



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS
Y EMPRESARIALES
CARRERA DE ECONOMÍA**

TEMA:

Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019.

AUTORES:

Luis David Carbo Valle
José Leonardo Orlando Espinel

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
ECONOMÍA**

TUTOR:

ECON. PACHECO BRUQUE MARLON ESTUARDO, MGS

Guayaquil, Ecuador

15 de septiembre del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS
Y EMPRESARIALES
CARRERA DE ECONOMÍA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Carbo Valle Luis David** y **Orlando Espinel José Leonardo**, como requerimiento para la obtención del título de **ECONOMISTA**.

TUTOR

f. _____

ECON. PACHECO BRUQUE MARLON ESTUARDO, MGS

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ECON. ERWIN JOSÉ GUILLEN FRANCO, MGS

Guayaquil, 15 de septiembre del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y
EMPRESARIALES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **CARBO VALLE, LUIS DAVID Y ORLANDO ESPINEL,
JOSÉ LEONARDO**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, **Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019** previo a la obtención del título de **ECONOMISTA**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

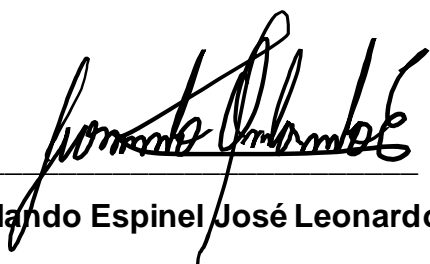
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 15 de septiembre del año 2021

AUTORES

f. 

Carbo Vallé Luis David

f. 

Orlando Espinel José Leonardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y
EMPRESARIALES**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **CARBO VALLE, LUIS DAVID Y ORLANDO ESPINEL, JOSÉ
LEONARDO**

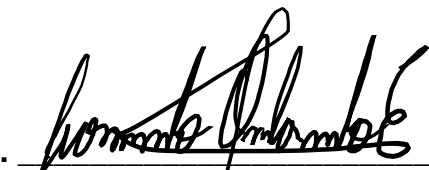
Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 15 de septiembre del año 2021

AUTORES

f. 

Carbo Valle Luis David

f. 

Orlando Espinel José Leonardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMÍA

REPORTE DE URKUND

Original

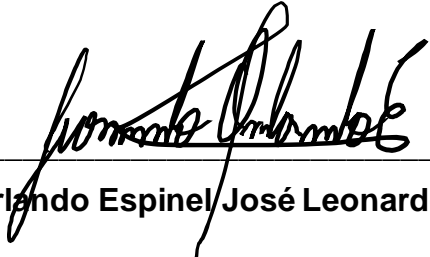
Document Information

Analyzed document	Tesis Carbo Orlando 3ra entrega.docx (D112208653)
Submitted	9/8/2021 5:07:00 AM
Submitted by	Marlon Pacheco Bruque
Submitter email	marlon.pacheco@gmail.com
Similarity	0%
Analysis address	erwin.guillen.ucsg@analysis.urkund.com

Sources included in the report

AUTORES

f. 
Carbo Valle Luis David

f. 
Orlando Espinel José Leonardo

TUTOR

f. 
ECON. PACHECO BRUQUE MARLON ESTUARDO, MGS

AGRADECIMIENTO

Mi reiterado agradecimiento a Dios, mis familiares, amigos y a todos los docentes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que, en el transcurso de la carrera de Economía, fueron sustento, apoyo e inspiración para crear en nosotros un hábito de superación constante.

En especial a mis padres y bienhechores que con su esfuerzo forjaron los profesionales en los cuales nos hemos convertido.

A nuestro tutor de tesis que nos animó y orientó de manera certera hacia la realización de un trabajo de calidad por medio de su gestión profesional intachable. Sus consejos seguirán siendo de aporte en el transcurso de nuestro ejercicio profesional.

Luis David Carbo Valle

Quiero dar gracias a Dios por permitirme estar con vida, por bendecir siempre mi hogar, mi familia, mis compañeros y mis amigos, pero sobre todo por ser el guía en cada paso que doy en mi vida.

Gracias a mis padres que han sido pilares fundamentales en cada etapa de mi vida y crecimiento personal, también a mis hermanos, abuelos y toda mi familia que han sido mi apoyo y soporte siempre, y a mi abuelo Pepe que es el ángel que cuida y protege desde el cielo a mi familia.

Gracias a mi compañero de tesis Luis Carbo y al economista Marlon Pacheco quien fue nuestro tutor de tesis y que ha sido de gran ayuda en este proceso de elaboración de tesis y que gracias a sus consejos y recomendaciones pudimos finalizar este trabajo.

José Leonardo Orlando Espinel

DEDICATORIA

A Dios, mis seres queridos que han partido y presentes; en especial a mis padres.

Luis David Carbo Valle

Le dedico este logro tan importante a mis padres, quienes han estado conmigo en todo momento de mi vida lo que me dio la fuerza y energía para salir triunfante en esta etapa de mi vida, también le dedico este logro a mis hermanos porque han sido un apoyo emocional durante mi trayecto en la universidad, a mi novia quien siempre ha estado conmigo para darme la mano cuando lo necesite, a mis primas por ayudarme siempre y por último y no menos importante, a mis abuelos que sé que estarán llenos de orgullo al finalizar este proceso.

Jose Leonardo Orlando Espinel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y
EMPRESARIALES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ECON. ERWIN GUILLEN FRANCO, MGS.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. FREDDY RONALDE CAMACHO VILLAGOMEZ, PHD.

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ECON. JORGE LUIS DELGADO, PHD.

OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS
Y EMPRESARIALES
CARRERA DE ECONOMÍA**

CALIFICACIÓN

ÍNDICE

RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
CAPITULO I	2
INTRODUCCIÓN	2
PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	9
Sistematización De Problemas.....	11
Delimitación De Problema.	11
Preguntas de investigación.....	11
OBJETIVOS	11
Objetivos General	11
Objetivos Específicos.....	12
Hipótesis de investigación	12
CAPÍTULO II	13
MARCO TEÓRICO	13
Tipos de eficiencias	14
Eficiencia técnica	14
Rentabilidad, rentabilidad y asignación	17
Eficiencia operacional	21
Eficiencia productiva	22
Resumen de tipos de eficiencias	22
Función de Producción Tipo Cobb-Douglas	23
La frontera de posibilidades de producción	25
Ley de rendimientos decrecientes y formas de la FPP.....	28
Indicadores para las evaluaciones de las Universidades e Institutos Técnicos	30
Parte Académica.....	32
Preparación de profesores.....	32
El estudiantado universitario y su entorno	33
Proceso investigativo	34
Gestiones administrativas.....	35
MARCO CONCEPTUAL	36
Las Eficiencia técnica	36
Importancia del análisis de eficiencia	38
Modos de medir la eficiencia	40
Modelo DEA	40
Fundamento teórico de las variables	47
Gasto público en educación	55
MARCO LEGAL	59
CAPITULO III	63
Metodología	63
Diseño del trabajo de investigación.....	64
Población de estudio.....	65
Definición de fuentes y Variables	65
Entrada de data.....	65

Análisis del proceso de eficiencia técnica	67
Selección de entradas y salidas del modelo	68
Modelo Orientado	70
Output orientado	70
Input orientado	70
Evaluación según Orden de Metodología	71
Booststrap para el Análisis de sensibilidad	71
Relaciones entre la Evaluación de Desempeño y el modelo DEA	73
Programas para evaluar la Eficiencia Técnica.....	73
CAPÍTULO IV	75
INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS	75
Presentación de los resultados obtenidos.....	75
Variables del estudio.....	76
BCC-O resultados.....	77
ACP para variables de entrada	79
ACP para variables de salida (outputs).....	84
Variables de estudio	87
Selección de la orientación y escala de rendimiento	88
Análisis de eficiencia de escala.....	89
Bootstrap para Eficiencia Técnica de Escala.....	90
Análisis de sensibilidad.....	92
Comprobación de la hipótesis	93
Relación de DEA con Evaluación, Acreditación y Categorización de los Institutos Públicos de educación superior	93
Análisis de regresión.....	94
Discusión.....	96
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES	98

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de una medida de eficiencia para la producción. .15	
Figura 2. Representación de una medida de eficiencia para los insumos.16	
Figura 3. Una frontera de posibilidades de producción de la atención médica frente a la educación.....27	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Significancia por cada indicador seleccionado	31
Tabla 2: CES – Gasto Público en Instituciones de Educación Superior	67
Tabla 3: Selección de inputs/outputs para el estudio de Eficiencia Técnica en el Sector Educativo	68
Tabla 4: Prueba sobre la cantidad de variables	69
Tabla 5: Estadísticos de remuestreo	71
Tabla 6: Estadística descriptiva del bootstrapping	71
Tabla 7: Resultados del remuestreo	72
Tabla 8: Programas para evaluar la Eficiencia Técnica	73
Tabla 9: CCR resultados y conjuntos de referencia	76
Tabla 10: BCC resultados y conjuntos de referencia	78
Tabla 11: Matriz de correlaciones	79
Tabla 12: Inversión de Matriz de Correlaciones	80
Tabla 13: Prueba KMO-Bartlett	80
Tabla 14: Matriz Anti-Imagen	81
Tabla 15: Comunalidades	82
Tabla 16: Matriz de componente rotado	82
Tabla 17: Variables de entrada	83
Tabla 18: Variables de entrada de la Eficiencia Técnica en el Sector Educativo	83
Tabla 19: Matriz de correlaciones	84
Tabla 20: Prueba de KMO y Bartlett	85
Tabla 21: Comunalidades	85

Tabla 22: Matriz de componente rotado	85
Tabla 23: Variables de salida	86
Tabla 24: Outputs para estudio de Eficiencia Técnica en la educación Superior	86
Tabla 25: Variables del modelo	87
Tabla 26: Rendimiento de escala	89
Tabla 27: Eficiencia con booststrap	91
Tabla 28: Análisis de sensibilidad.....	92
Tabla 29: Eficiencia DEA vs. Evaluación, Acreditación y Categorización de las universidades y escuelas politécnicas	93
Tabla 30: Correlación.....	94
Tabla 31: Coeficientes del modelo	94
Tabla 32: Análisis de la Varianza	94

RESUMEN

Con el creciente número de estudiantes que se matriculan en universidades y la financiación limitada, administrar estas instituciones de manera más eficiente ya no es una opción, sino una cuestión de obligación. La matriculación de las universidades e institutos técnicos públicos sigue creciendo y lo financiado por el estado cada vez alcanza menos. En particular, en cuanto se intensifica la competencia con otros receptores financiados con fondos del Estado, las instituciones de educación superior deben de integrarse a una evaluación más detallada. El plan de investigación se propone como parte de una propuesta transversal y se enfoca en evaluar la efectividad de la tecnología a través del modelo DEA en las universidades e institutos técnicos públicos. Su forma diseño propuso la muestra de 54 IES y como apoyo se tuvo al informe presentado durante el año por el Consejo Nacional para la Evaluación y la Acreditación para la Educación Superior en Ecuador. Un marco de referencia con más evidencia empírica para evaluar el desempeño de una organización. Se aplican procedimientos para reducir las variables a un nivel adecuado para que los resultados de la DEA sean confiables y se apliquen condiciones de contorno para lograr las metas marcadas por la universidad.

Palabras Claves: *DEA, eficiencia, IES, desempeño, financiamiento*

ABSTRACT

With the increasing number of students enrolling in universities and limited funding, managing these institutions more efficiently is no longer an option, but a matter of obligation. Enrollment in public universities and technical institutes continues to grow and what is financed by the state is reaching less and less. In particular, as competition with other publicly funded recipients intensifies, educational institutions must undergo a more detailed evaluation. The research plan is proposed as part of a transversal proposal and focuses on evaluating the effectiveness of technology through the DEA model in universities and public technical institutes. Its design form proposed the sample of 54 HEIs and the report presented during the year by the CACES was used as support. The process that adequate level so that the results of the DEA are reliable and boundary conditions are applied to achieve the goals set by the university.

Key Words: *DEA, efficiency, HEI, performance, financing*

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La República del Ecuador como institución democrática desempeña un papel fundamental en la prestación de servicios y producción de bienes para la construcción de una sociedad y promoción de las condiciones equitativas en las cuales falla el mercado. De igual manera, como construcción social, el Estado debe ser objeto de una evaluación autocrítica continua acerca de su desempeño, en especial cuando no existen precios asociados a la producción de bienes públicos. Dicha evaluación, al menos en el caso de Ecuador, suele enfrentar a un estado de opinión con un estado de política económica en un debate en la cual no existe acuerdo sobre los objetivos y los medios que debe utilizar el gobierno para cumplir con la responsabilidad para la cual se le contrató.

Respecto al gasto en educación es un tema de vital importancia dar a conocer la eficiencia que produce el gasto público dado que los recursos que se estiman para este sector deben de ser aprovechados para la mejora del capital humano que posee el país, fuente primordial para el establecimiento de la prosperidad futura del Ecuador.

A través de esta investigación, se diseñó un análisis los datos presentados por el CES con el fin de aplicar el modelo DEA caracterizando las universidades e institutos técnicos públicos para evaluar el resultado de los desempeños en el aprendizaje a través de un puntaje único de eficiencia. Luego combinó el efecto de la DEA con la media del total de los resultados de las evaluaciones institucionales de universidades e institutos técnicos para

evaluar las relaciones existentes. El resultado que se obtuvo en el modelo DEA contrasta con la forma evaluativa del performance académico que se utilizó para la evaluación de la educación universitaria en 2019 (Gómez et al., 2012).

Las universidades son responsables de la productividad científica del país, concentrando en sus instituciones la mayor parte de los recursos humanos y las capacidades científicas del país en este campo.

Se espera que en las universidades la docencia de pregrado y posgrado aumenten la calidad y productividad científica en concordancia con los nuevos requerimientos del país. Así, surge la necesidad de revisar y mejorar los mecanismos de medición del desempeño, lo que impulsa la realización de este estudio.

PROBLEMA

Uno de los objetivos de las políticas públicas es ampliar y promover tanto la oferta como la calidad de la provisión de bienes públicos. Para ello, la educación como uno de los ejes principales en el abordaje del desarrollo humano, brinda tanto oportunidades como capacidades para el desarrollo personal. El conocimiento es una base fundamental para la inserción en el mundo contemporáneo y promueve las condiciones para que las personas logren sus deseos, ya sean personales o profesionales.

Sin embargo, adquirir conocimientos es un proceso muy complejo y no existe un guión bien definido sobre cómo convertir los insumos y recursos de la escuela (salarios, infraestructura, materiales didácticos y otros) en productos (aprendizaje y desarrollo humano), los cuales se ven impactados por diferentes características. Por lo tanto, lograr la eficiencia, con el mejor uso de los recursos disponibles, no es una tarea fácil.

Durante el año analizado de 2019 el gasto público en educación se ha incrementado de manera considerable; sin embargo, noticias replicadas en diarios como El Universo (2020) destacan la insuficiencia que se tiene en términos de aprendizaje de los estándares internacionales en el país. Por otro lado, el acceso a los centros de educación se ve restringido a la realización de pruebas de ingreso que durante la última década analizada fueron cambiando de nombre y de metodología (ENES, EAES y TRANSFORMAR) siendo esto incongruente con el pedido cada vez más insistente de universidades por un incremento de sus partidas presupuestarias.

En el Ecuador, durante el gobierno de Rafael Correa se implementó el proyecto de la reforma a la ley de educación superior, las cuales representaban la creación de nuevos planes educativos para los jóvenes universitarios (Plan V, 2021), pero fueron criticados por no cumplir con las variables del tipo de carreras que demandaban en el contexto laboral a la educación. Se exigió en ese periodo que los profesores universitarios tengan como mínimo una maestría que les represente mantenerse en sus cargos, sin embargo, esta exigencia se vio diferenciada una vez más de la realidad puesto que la educación superior empezó a convertirse en productora de artículos científicos que a pesar de estar incluidos en revistas indexadas no preparaban a los estudiantes universitarios para el entendimiento y razonamiento de las mismas (Fabara Garzón, 2017). En el gobierno de Lenín Moreno, se mantuvo el mismo modelo del gobierno antecesor; sin embargo, para el gobierno de Guillermo Lasso se espera que los cambios en términos educativos devuelvan a las universidades relevancia laboral.

Para demostrar la complejidad, la Unesco (2005) traza un diagrama del proceso educativo, de manera que los resultados, como el aprendizaje, las habilidades y los beneficios sociales, se logran a partir de una combinación de características del estudiante (aptitud, perseverancia, etc.), los insumos facilitadores (tiempo, métodos y materiales de enseñanza, recursos humanos - docentes, directores, etc. -, infraestructura, etc.) y contexto (varios otros factores involucrados, como apoyo económico, condiciones de incentivos, recursos públicos y tantos otros). Por tanto, los elementos que influyen directa o indirectamente en los sistemas educativos son numerosos y requieren un análisis desde esta perspectiva.

Sin embargo, la conversión de entradas en salidas (niveles de aprendizaje, por ejemplo) no es exactamente perfecta. Comparaciones internacionales, como las realizadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, muestran que, comparativamente, Ecuador todavía gasta menos por alumno que los países desarrollados en educación superior. Sin embargo, esto no elimina la necesidad de que los gastos corrientes se asignen y utilicen de la mejor manera posible, especialmente en períodos de crisis fiscal, buscando la mayor eficiencia posible.

Asignar más recursos en el sistema educativo no siempre es un significado de calidad. A pesar de ello, gran parte del debate y las discusiones públicas todavía se centran principalmente en la necesidad de incrementar el gasto en educación, sin tener en cuenta cómo se están produciendo los gastos e inversiones y su impacto en el aprendizaje.

Dicho esto, este trabajo busca explorar e identificar posibles fuentes de ineficiencia en el Sistema de Educación Pública del Ecuador, utilizando datos del año 2019. Por medio de un modelo: Análisis Envolvente de Datos. Análisis - DEA en dos etapas, propuesto por Simar y Wilson (2008), con datos de las universidades públicas, obtenidos por la calificación del Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) y datos financieros obtenidos por el INEC.

La calidad de la educación que reciben los jóvenes universitarios durante su carrera puede determinar no solo su bienestar futuro, sino también el de las generaciones futuras. Las personas mejor educadas obtienen una expansión de la gama de oportunidades a las que están sujetos en la vida, lo

que afecta su asignación en el mercado laboral, sus niveles de ingresos salariales, sus habilidades cognitivas y no cognitivas y varios otros impactos que van desde su participación democrática hasta formar quiénes. desarrollará a sus futuros hijos. Por razones como estas, la Economía de la Educación ha desarrollado y ampliado su campo de estudio desde mediados del siglo XX.

El conocimiento proporciona no solo una expansión de la capacidad del ser humano para comprender y entrar en el mundo real, sino que también construye la base de conocimientos para cualquier otra actividad, ya sea profesional o personal. Las universidades son el punto central de la capacidad de aprendizaje y desarrollo en el que se insertan las personas, apareciendo durante la educación de gran cualificación. Pero el proceso de enseñanza no es una tarea sencilla, cuya producción depende únicamente de la conversión de insumos en productos y que están bajo el control de las instituciones educativas. Bajo el enfoque de desarrollo humano de Sen (2010), Nussbaum (2013) y Saito (2003) y los trabajos de Barbosa Filho y Pessoa (2010) y Cunha y Heckman (2007), pero no solo, la expansión de las capacidades personales depende factores multidimensionales y el vínculo entre ellos.

La preocupación por la educación se debe a factores que involucran tanto la calidad de vida individual como la prosperidad como país. Según Barro (2011), Hanushek y Kimko (2000) y Hanushek y Woessmann (2011) promover la capacidad de aprendizaje y el capital humano en los miembros de la sociedad tiene un impacto positivo en el crecimiento económico y, por tanto, son elementos centrales en las políticas públicas. Además, el gasto público

en educación es uno de los rubros más importantes de los presupuestos públicos nacionales y estatales (SANTÍN & SICILIA, 2015).

Por tanto, las políticas públicas en educación pueden orientarse no solo a promover los resultados del aprendizaje, sino también a hacerlo posible con los recursos actuales, a través de ganancias de eficiencia.

Ecuador ha elevado las tasas de alumnado en las últimas décadas, pero en términos de aprendizaje, el progreso no ha sido tan positivo. Según datos del INEC (2019) - el país prácticamente incrementó la educación superior en 2019, alcanzando una tasa de asistencia mayor en universidades públicas.

Sin embargo, los resultados de aprendizaje y retención de los estudiantes universitarios no fueron acompañados por este aumento en el gasto público. El sistema educativo estatal en Ecuador ha estado estancado en los últimos años, con altas tasas de fracaso y deserción y bajo progreso en los niveles de aprendizaje (Madrid Tamayo, 2019). Según datos de INEC, en la red estatal, solo el 14% de los estudiantes universitarios en 2013 obtuvieron conocimientos considerados competentes o avanzados y el 20% para 2017. En el caso de deserción y reprobación, por noveno año de educación fundamental, la tasa de distorsión según la edad aumentó del 27% en 2010 al 31% en 2017.

Como resultado de estos resultados, el sistema de educación pública en el Ecuador no solo es un problema para los legisladores y el gobierno, sino también para los docentes, estudiantes universitarios y familiares involucrados en el proceso educativo, especialmente para los más bajos, población de ingresos, que depende principalmente de la provisión de bienes públicos.

Como destacan Santín y Sicilia (2015), gran parte de las discusiones siguen centradas en la necesidad de incrementar el gasto público en educación. Sin embargo, como lo muestra Hanushek (2011), todavía no hay evidencia empírica concluyente de que un mayor gasto en educación conduzca a mejores resultados de aprendizaje, incluso cuando se evalúan estudios para países desarrollados o en desarrollo.

De manera similar a lo resaltado en Santín y Sicilia (2015) para el caso del desempeño del sistema educativo ecuatoriano, las soluciones para el sistema educativo estatal del Ecuador no de manera necesaria implican un aumento de recursos para el sistema actual, sino también la revisión de las actuales prácticas no efectivas e identifican determinantes y factores que pueden estar contribuyendo al bajo progreso en el aprendizaje (Moreno, 2019).

JUSTIFICACIÓN

El aporte de este estudio se centra en conocer el nivel de eficiencia del gasto público en educación realizado por el Gobierno del Ecuador en el año 2019 y las diversas partidas de salidas relevantes para los factores que influyen en un nivel óptimo de inversión en educación en el país durante los años de estudio.

El estudio aportará a la brecha del conocimiento del Crecimiento y Desarrollo Económico, en la línea 5309 de Organización Industrial y políticas gubernamentales Desarrollo Económico, Innovación, Cambio Tecnológico y Crecimiento 530901, por el hecho de ahondar en una correcta retribución de los recursos presupuestados por el Estado para el mejoramiento y

aseguramiento de la calidad de la educación en los Centros de Educación Superior Públicos del país.

El aspecto que diferencia a esta investigación de otras ya existentes, es el abordaje desde el punto de vista económico por medio de modelos econométricos de la relación que existe entre los modelos evaluativos del Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior y el devengado de los recursos entregados en el presupuesto del Gobierno del Ecuador a cada Instituto de Educación Superior.

En el ámbito social, el objetivo es contribuir a las medidas para mejorar el impacto del gasto público en el entorno social, las condiciones de vida y a la educación de las poblaciones locales. Se especula que la eficiencia del gasto público en el país aumentará las tasas de competitividad. En países en desarrollo como Chile, al igual que otros países desarrollados como Estados Unidos y Suecia valoran al talento humano como fuente significativa de la riqueza de una nación.

Desde un punto de vista académico, se espera que, respecto al uso del gasto, se tomen medidas eficientes, por lo que el estudio contribuye al conocimiento y comprensión de la situación de la educación del Ecuador. Por tanto, se justifica el estudio puesto que se pretende brindar herramientas que ayuden a dar soluciones al problema que se investiga y como guía o base para futuras investigaciones.

Finalmente, en el campo de lo profesional, la importancia de este estudio radica en el aporte por parte de los autores hacia los temas sociales,

para mejorar las oportunidades de desarrollo y especialización profesional por la profundización de los temas planteados.

Sistematización De Problemas

Delimitación De Problema.

El problema se encuentra delimitado en el sector superior de la educación pública de la economía del Ecuador. Es un análisis de evolución por lo que se trabajará con un modelo de datos de corte transversal que abarca el año de 2019. Los datos provienen de la evaluación realizada a universidades públicas realizada por el CACES que se discutirán por medio de un modelo las variables que logren definir la pertinencia o no de un gasto público eficiente en educación en la República del Ecuador.

Preguntas de investigación

¿Qué factores determinan la relación de eficiencia de las IES según los recursos presupuestados y la evaluación-acreditación del CACES en el país durante el año 2019?

OBJETIVOS

Objetivos General

- Determinar la relación entre la Eficiencia Técnica en la utilización de los recursos productivos en las Instituciones Públicas de Educación Superior por medio de un modelo econométrico que relacione la eficiencia y la evaluación en 2019.

Objetivos Específicos

- Documentar por medio de un marco teórico la conceptualización de las variables, modelos de eficiencia y gasto público educativo.
- Analizar los datos presentados por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior para la realización de un modelo de Data Envelope Analysis.
- Determinar por medio de una puntuación única de eficiencia el desempeño de cada una de las Unidades Académicas.
- Contrastar los resultados del análisis de eficiencia técnica de los institutos de educación superior a través del modelo DEA con la media del resultado de la evaluación obtenida por cada IES.

Hipótesis de investigación

H1: Existe relación directa entre la eficiencia técnica y la evaluación a la calidad a los centros de educación superior en el Ecuador en el año 2019.

H2: Existe eficiencia técnica según la evaluación a los centros de educación superior en el Ecuador en el año 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Esta sección proporciona una descripción general del concepto de eficiencia y cómo se estima. La producción se puede definir como un proceso de transformación de un conjunto de m insumos, $x \in \mathbb{R}^+$, en un conjunto de s salidas, $y \in \mathbb{R}^+$. El proceso de transformación tiene lugar en el contexto de un cuerpo de conocimiento llamado función de producción. Sea $\mathcal{L}(x)$ el conjunto de todos los vectores de salida. Es decir:

$$\mathcal{L}(x) = \{y \in \mathbb{R}^+ : x \text{ puede producir } y\}. \quad (1)$$

A partir de 1, la función de distancia de salida $\mathcal{H}(x, y)$ introducida por Shephard (1970) se define en el conjunto de salida, $\mathcal{L}(x)$, como:

$$\mathcal{H}(x, y) = \min \{\lambda : (y/\lambda) \in \mathcal{L}(x), 0 \leq \lambda < 1\}. \quad (2)$$

Lovell et al (1994) demostraron que $\mathcal{H}(x, y)$ es no decreciente, linealmente homogéneo positivo y convexo en y y decreciente en x . La función de producción, $\mathcal{H}(x, y)$, tomará un valor menor o igual a uno si el vector de salida, y , es un elemento del conjunto factible, $\mathcal{L}(x)$. Es decir, $\mathcal{H}(x, y) \leq 1$ si $y \in \mathcal{L}(x)$. Además, la función de producción tomará un valor de unidad si

y se encuentra en el límite exterior del conjunto de posibilidades de producción. Esto implica que una combinación eficiente de x y y (subconjunto eficiente) son todos los puntos que se encuentran en la isocuanta de producción. Esto también implica que todos los puntos que se encuentran por encima de la isocuanta de producción son inalcanzables con la combinación dada de insumos que corresponden a ese punto. La isocuanta de producción

también se conoce como la línea de frontera de posibilidades de producción (FPP), debido al hecho de que solo se pueden alcanzar los puntos sobre o debajo de esa isocuanta. Esta idea se discutirá en detalle en la siguiente sección.

Tipos de eficiencias

Existen varios tipos de eficiencias económicas que se pueden utilizar para evaluar el desempeño de una empresa, empresa o institución de educación superior. A continuación, se analizan las medidas de eficiencia más utilizadas.

Eficiencia técnica

La eficiencia técnica es la relación física entre insumos y productos (Porcelli, 2009). Se considera que un productor es técnicamente eficiente si maximiza los productos dados los insumos utilizados (Koopmans & Reiter, 1951). Se requiere tecnología para transformar insumos en productos, y la eficiencia técnica se ocupa exclusivamente del desempeño de esta tecnología.

Por ejemplo, un productor puede producir $Y * 1$ y $Y * 2$ (representado por el punto P en la Figura 1).

El punto Q representa una combinación de producción eficiente de $Y1$ y $Y2$. La eficiencia técnica orientada a la producción denotada, $ET0$, de un productor que produce en el punto P de la Figura 1 es la relación entre la magnitud (longitud absoluta) del segmento de línea OP y la del segmento de línea OQ (Farrell, 1957). La formulación matemática de esto, es:

$$TE_o = \frac{\|OP\|}{\|OQ\|}, (0 \leq TE_o \leq 1) \quad (3)$$

donde, $\|OP\|$ es la longitud de la línea OP . En la Figura 1, esta longitud se calcula como:

$$\|OP\| = \sqrt{(OY_1^*)^2 + (OY_2^*)^2} \quad (4)$$

En la Figura 1 y 2 se muestra una ilustración de las medidas de eficiencia técnica orientadas a los insumos y los productos, respectivamente.

En la Figura 1 se utiliza una entrada X a un nivel fijo dado para producir dos salidas, Y_1 y Y_2 , a través de cierta tecnología tal que la curva $S'QQ'S$ representa la función de posibilidad de producción (FPP). Los ejes X - y Y - denotan salidas Y_1 y Y_2 , respectivamente, de modo que cualquier combinación de salidas en la región por encima de la FPP es imposible de producir. Esto implica que las combinaciones máximas posibles de salidas son aquellos puntos que se encuentran en la línea FPP. Sin embargo, en una situación de producción ineficiente, es posible que un productor produzca menos de los rendimientos máximos representados por la FPP.

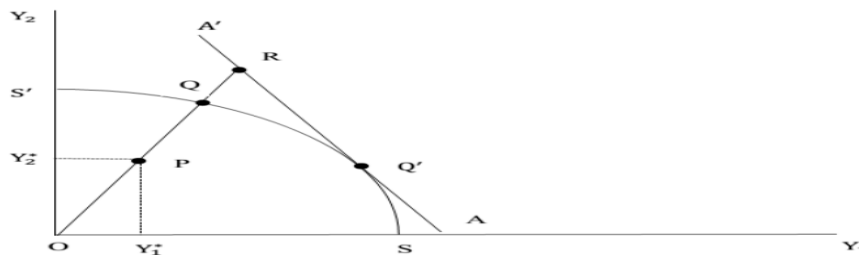


Figura 1. Representación de una medida de eficiencia para la producción.

Tomado de Lovell (2003).

De (3), si $OP = OQ$, $TEO = 1$, es decir, si la empresa produce producción en un punto de la FPP, entonces el proceso de producción es completamente eficiente. Por el contrario, $OP = 0$, indica que, aunque se utilizan entradas, no se producen salidas (Y_1 y Y_2). Esto da como resultado $TEO = 0$. Un valor de TEO más cercano a 1 implica alta eficiencia en la producción y un valor más cercano a 0 implica baja eficiencia. TEO es una medida radial de eficiencia ya que la medida se basa en un rayo que pasa por el FPP, el punto P y el origen (O). La eficiencia se logra así mediante expansiones radiales proporcionales de los niveles actuales.

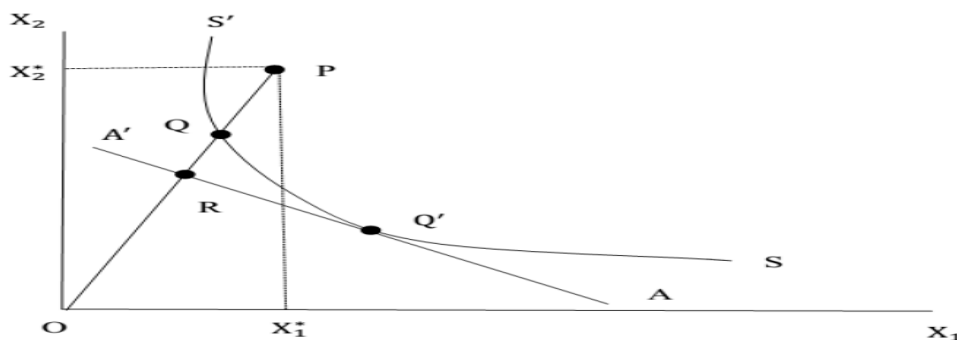


Figura 2. Representación de una medida de eficiencia para los insumos.

Tomado de Lovell (2003).

Como se mencionó anteriormente, una medida de eficiencia orientada a los insumos se basa en los insumos utilizados durante el proceso de producción. Además, este método tiene como objetivo minimizar las entradas utilizadas para producir un nivel de salida fijo o predeterminado. En la Figura 2, un producto dado Y a un nivel fijo se produce utilizando dos insumos, X_1 y X_2 , a través de una determinada tecnología, de modo que la curva $S'QQ'S$ representa la función de posibilidad de producción (FPP). Los ejes X - y Y - denotan salidas X_1 y X_2 , respectivamente, de modo que cualquier

combinación de entradas en la región por debajo de la FPP es inalcanzable. Esto implica que la combinación mínima posible de entradas son aquellos puntos que se encuentran en la línea FPP. Sin embargo, en una situación de producción ineficiente, es posible que un productor utilice más de los insumos mínimos representados por la FPP. Por ejemplo, un productor puede usar X^* y X^* (representado por el punto P en la Figura 2). El punto Q representa una combinación eficiente de X_1 y X_2 . La eficiencia técnica orientada a insumos denotada, TEI , de un productor que produce en el punto P en la Figura 2 se calcula como:

$$TEI = \frac{\|OQ\|}{\|OP\|}, (0 \leq TEI \leq 1) \quad (4)$$

La ecuación (4), implica que, $TEI = 1$, si $OP = OQ$. Esto implica que el proceso de producción es completamente eficiente. Por otro lado, $TEI \rightarrow 0$, como $OP \rightarrow \infty$. En general, un valor de TEI más cercano a 1 implica alta eficiencia y valores más cercanos a 0 implican baja eficiencia.

El caso orientado a la salida asumió una entrada y dos salidas y viceversa para el caso orientado a la entrada. Estas dimensiones se utilizaron para la representación gráfica anterior, sin embargo, los conceptos utilizados son válidos en el caso de múltiples entradas y salidas donde la medida de eficiencia permanece basada en las funciones de distancia.

Rentabilidad, rentabilidad y asignación

La eficiencia de asignación se refiere a la selección de una combinación de insumos (por ejemplo, trabajo, capital) que produce una determinada cantidad

de producto a un costo mínimo (dados los precios de los insumos que prevalecen) (Silverman, y otros, 2006). La eficiencia técnica se ocupa únicamente del FPP. Sin embargo, si se tienen en cuenta los precios, no todos los puntos de la función de producción de las figuras 1 y 2 son eficientes en la asignación.

Un productor no solo tiene que lidiar con una función de producción, sino también con las ganancias y los costos que están determinados por los precios de los insumos utilizados y los productos producidos. Solo los puntos que maximizan las ganancias o minimizan los costos en la Figura 1 y 2 son eficientes en la asignación. La eficiencia técnica puede estar orientada a los insumos o los productos, de manera similar, la eficiencia de asignación se puede medir en función de los insumos utilizados o los productos producidos.

La eficiencia de asignación en términos de beneficio (eficiencia de asignación y de beneficio) se puede ilustrar utilizando la Figura 1 (orientación de la producción). Al igual que con la eficiencia técnica, suponga que una cierta cantidad de una entrada dada se usa para producir dos salidas, Y_1 y Y_2 , de manera que las ganancias de las salidas son p_1 y p_2 , respectivamente. La relación de estos precios está representada por el gradiente de la línea recta $A'RQ'A$, por lo que todos los puntos de esta línea generan la misma cantidad de ganancias. El productor maximiza las ganancias si la línea $A'RQ'A$ se desplaza lo más a la derecha posible. Sin embargo, el máximo que un productor puede producir está dado por todos los puntos de la curva FPP. Esto implica que se puede lograr un beneficio máximo posible en el punto donde la línea recta $A'RQ'A$ es tangente a la curva FPP. Este punto está representado por Q' en la Figura 1.

Suponga que el productor no produce en el punto Q' y de hecho produce en el punto Q . En este caso, el productor mantiene la eficiencia técnica, sin embargo, la asignación de los productos es ineficiente.

Esta mala asignación se mide mediante el uso de la eficiencia de asignación. El punto R en la Figura 1 es el punto en $A'RQ'A$ que corresponde al punto Q en el FPP. Este punto tiene la misma razón de Y_1 y Y_2 que el punto Q .

La eficiencia de asignación denotada, AE_0 , en términos de ganancia se mide como la razón de OQ a OR (Farrell, 1957), dada como:

$$AE_0 = \frac{\|OQ\|}{\|OR\|}, (0 \leq AE_0 \leq 1). \quad (5)$$

La ecuación (5) implica que un productor es totalmente eficiente en la asignación si $AE_0 = 1$ (es decir, si el productor produce en el punto Q'). Por otro lado, un productor es completamente ineficiente en la asignación si $AE_0 = 0$. Esto solo puede ocurrir si la distancia entre la línea de beneficio y la FPP es infinita. Por tanto, un productor puede maximizar las ganancias combinando el conocimiento de las eficiencias técnicas y de asignación. La rentabilidad se obtiene multiplicando TE_0 por AE_0 (Farrell, 1957). Es decir,

$$PE = TE_0 \cdot AE_0 = \frac{\|OP\| \|OQ\|}{\|OQ\| \|OR\|} = \frac{\|OP\|}{\|OR\|}, 0 \leq PE \leq 1, \quad (6)$$

donde PE indica eficiencia de beneficios. La ecuación (6) implica que, si un productor genera productos representados por el punto P en la Figura 1,

entonces la eficiencia de ganancias del productor se mide como la razón de la distancia de OP a OR . Si el productor es completamente rentable, $PE = 1$. Si es cero, no se produce salida para la cantidad dada de insumos utilizados.

Donde PE indica eficiencia de beneficios. La ecuación (6) implica que, si un productor genera productos representados por el punto P en la Figura 1, entonces la eficiencia de ganancias del productor se mide como la razón de la distancia de OP a OR . Si el productor es completamente rentable, $PE = 1$. Si es cero, no se produce salida para la cantidad dada de insumos utilizados.

En términos de la orientación de los insumos, la eficiencia de asignación se puede ilustrar en la Figura 2. Sea AEI la eficiencia asignativa orientada a los insumos. Siguiendo el mismo procedimiento que para calcular TEI , sean X_1 y X_2 las dos entradas utilizadas para producir un cierto nivel dado de salida, Y . Como antes, los ejes X - y Y - representan la cantidad de entradas X_1 y X_2 (respectivamente) que se utilizan para producir la salida fija Y . Suponga que las entradas X_1 y X_2 tienen precios p_1 y p_2 , respectivamente. El gradiente de la línea $A'RQ'A$ representa la relación de estos precios de insumos. Para minimizar los costos, un productor debe desplazar la línea $A'RQ'A$ lo más posible hacia la izquierda. En la Figura 2, el punto mínimo posible que un productor puede alcanzar y permanecer eficiente es el punto Q' (un punto donde la línea $A'RQ'A$ es una tangente a la FPP $S'QQ'S$). Suponga que un productor produce una producción en el punto Q en lugar de Q' . Esto implicará que un productor es técnicamente pero no eficiente en la asignación. Esta ineficiencia se puede medir mediante AEI , que representa la eficiencia de asignación medida utilizando una técnica orientada a la entrada que se puede

calcular como la relación de OQ a OR (Farrell, 1957), donde el punto R se encuentra en la línea $A'RQ'A$ y tiene la la misma proporción de insumos que Q , es decir

$$AE_I = \frac{\|OR\|}{\|OQ\|}, 0 \leq AE_I \leq 1. \quad (7)$$

De (7) se deduce que, para la medida orientada a los insumos, un productor es perfectamente eficiente en la asignación si $AEI = 1$ y totalmente ineficiente si $AEI = 0$ (es decir, $\|OQ\| = \infty$). Similar a la eficiencia de ganancias, la eficiencia de costos (CE) se calcula como el producto de TEI y AEI , es decir,

$$CE = TE_I \cdot AE_I = \frac{\|OQ\| \|OR\|}{\|OP\| \|OQ\|} = \frac{\|OR\|}{\|OP\|}, (0 \leq CE \leq 1) \quad (8)$$

donde CE indica la rentabilidad del productor. Una vez más, un productor es totalmente rentable si $CE = 1$.

Eficiencia operacional

La eficiencia operativa se mide como la relación entre los insumos necesarios para ejecutar una operación comercial y los productos obtenidos de la operación (Battese & Coelli, 1988). Al mejorar la eficiencia operativa, mejora la relación de salida a entrada. Las entradas utilizadas en este tipo de análisis suelen ser dinero (costo), personas (plantilla) o tiempo / esfuerzo, mientras que las salidas suelen ser dinero (ingresos, margen y efectivo), nuevos clientes, lealtad de los clientes, etc.

Eficiencia productiva

La eficiencia productiva ocurre cuando la economía utiliza todos los recursos de manera eficiente (Morrow, y otros, 2008). Ocurre cuando la producción de un bien se logra al menor costo de recursos (insumos) posible, dado el nivel de producción de los otros bienes. De manera similar, ocurre cuando se produce la producción más alta posible de un bien, dado el nivel de producción del otro (s) bien (s). En la Figura 1, se considera que un productor es productivo eficiente si produce en un punto que cae en la FPP ($S'QQ'S$). La eficiencia productiva implica eficiencia técnica. La única diferencia es que la eficiencia técnica involucra la tecnología utilizada en el proceso de producción, mientras que la eficiencia productiva no.

Resumen de tipos de eficiencias

En resumen, la eficiencia técnica aborda la cuestión del uso de recursos dados para maximizar la producción producida o para minimizar la entrada utilizada. La eficiencia en la asignación aborda la cuestión de lograr la combinación correcta de insumos para maximizar los productos siempre que estén disponibles los precios de los insumos y las ganancias de los productos. La eficiencia productiva aborda el problema de seleccionar diferentes combinaciones de recursos para lograr el máximo beneficio por un costo dado, mientras que la eficiencia operativa aborda el problema de maximizar la relación entre producción y entrada cuando se opera una empresa. Si bien la eficiencia productiva implica eficiencia técnica y la eficiencia de asignación implica eficiencia productiva, ninguna de las implicaciones contrarias se cumple necesariamente. Frente a recursos limitados, el concepto de eficiencia productiva eliminará por "ineficientes" algunas combinaciones de insumos de

recursos técnicamente eficientes, y el concepto de eficiencia asignativa eliminará algunas asignaciones de recursos productivamente ineficientes.

Función de Producción Tipo Cobb-Douglas

La función de producción Cobb-Douglas (CD) a menudo se considera una panacea fácil para analizar el proceso de producción o se la denomina una herramienta simplista basada en condiciones restrictivas. La primera actitud da lugar a un uso inadecuado y la segunda a su relegación a un inmerecido asiento trasero. Por tanto, se requiere un análisis crítico de sus méritos y deméritos. Las críticas comunes sobre la función de producción de restricción Cobb-Douglas constituyen el terreno de apertura para tal revisión. No puede manejar una gran cantidad de entradas.

- La función se basa en supuestos restrictivos de competencia perfecta en los mercados de factores y productos.
- Asume rendimientos constantes a escala (CRS).
- La correlación serial y la heterocedasticidad son problemas comunes que también afectan a esta función.
- El trabajo y el capital están correlacionados y las estimaciones están destinadas a estar sesgadas.
- La elasticidad unitaria de sustitución no es realista.
- Es de forma inflexible.
- Las estimaciones de una sola ecuación están destinadas a ser inconsistentes.

- Otras críticas se relacionan con el nivel de agregación y la naturaleza de la tecnología.

No puede medir los niveles de eficiencia técnica y el crecimiento de manera muy eficaz. La función de producción Cobb-Douglas se da como $Q = A L^a K^b$ donde,

L = valor real del insumo de trabajo, K = valor real del insumo de capital, Q = valor real agregado en la producción, a = elasticidad de la producción w.r.t. a la mano de obra, y b = elasticidad del producto w.r.t. a la capital

Linealizar logarítmicamente y agregar un término estocástico tenemos

$$\text{Log } Q = \text{Log } A + a \text{ Log } L + b \text{ Log } K + u_{it}$$

En el caso de agrupar los datos de series de tiempo, pertenecientes a dos sectores diferentes, para estimar una función de producción Cobb-Douglas agrupada, el término de error constaría de tres componentes

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

donde,

u_{it} = término de error total, μ_i = efecto individual, y ϵ_{it} = efecto aleatorio, λ_t = efecto de tiempo.

1. La función de producción Cobb-Douglas (CD) generalizada es muy capaz de manejar múltiples entradas. Puede representarse como

$$A = A F_1^{a_1} F_2^{a_2} F_3^{a_3} \dots F_n^{a_n}$$

$a_1, a_2, a_3 \dots a_n$, son sus elasticidades de producción con respecto a los insumos. Un aspecto de la elección de una función sobre la base de su capacidad para manejar una serie de insumos es la medida resultante del progreso técnico. Baily (1986) ha demostrado que

$$\text{Si, } Q = A(t) F[K, L, N]$$

$$G_a = GQ - a_1 G_L - a_k G_k - a_n G_n$$

$$G_b = GVA - a_1 G_{ES1} - a_k G_k$$

Donde:

Q = Producto real, N = Insumo material, L = Insumo de trabajo, K = Insumo de capital, GQ = Crecimiento de la producción, VAB = Crecimiento del valor agregado, G_{ES1} = Crecimiento del trabajo, G_k = Crecimiento del capital, G_n = Crecimiento del material Entrada, a_1 = participación del trabajo en la producción, a_k = participación del capital en la producción, a_l = participación del trabajo VA, y si $n = N / Q$ y $d(n) / dt = 0$ las dos medidas G_a y G_b son proporcionales, en estimaciones de series de tiempo, y en realidad son iguales en estimaciones transversales.

Este resultado es válido para todas las formas funcionales de la función de producción Cobb-Douglas, CES y Translog. Por lo tanto, una función CD de dos factores, bajo tales supuestos, es igualmente eficiente para medir el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF).

La frontera de posibilidades de producción

La frontera de posibilidades de producción (FPP) es un gráfico que muestra todas las diferentes combinaciones de producción de dos bienes que

se pueden producir utilizando los recursos y la tecnología disponibles. El FPP captura los conceptos de escasez, elección y compensaciones.

La forma de la FPP depende si hay costos crecientes, decrecientes o constantes.

Los puntos que se encuentran en el FPP ilustran combinaciones de salida que son productivamente eficientes. No podemos determinar qué puntos son asignativamente eficientes sin conocer las preferencias.

La pendiente de la FPP indica el costo de oportunidad de producir un bien frente al otro bien, y el costo de oportunidad se puede comparar con los costos de oportunidad correspondientes a otros oferentes para la determinación de la ventaja comparativa.

Así como los individuos no pueden tener todo lo que quieren y, en cambio, deben tomar decisiones, la sociedad en su conjunto tampoco puede tener todo lo que pueda desear. Esta sección del capítulo explicará las limitaciones que enfrenta la sociedad, utilizando un modelo llamado frontera de posibilidades de producción (FPP). Hay más similitudes que diferencias entre la elección individual y la elección social.

Debido a que la sociedad tiene recursos limitados (por ejemplo, mano de obra, tierra, capital, materias primas) en cualquier momento, existe un límite a las cantidades de bienes y servicios que puede producir. En la suposición de una sociedad que demanda únicamente 2 productos, educación y salud.

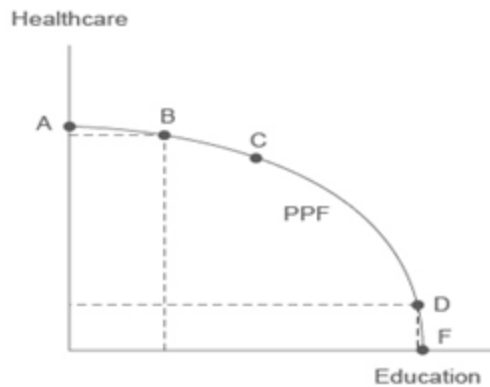


Figura 3. Una frontera de posibilidades de producción de la atención médica frente a la educación

Tomado de Rostamy (2019).

En el gráfico, la atención médica se muestra en el eje vertical y la educación se muestra en el eje horizontal. Si la sociedad destinara todos sus recursos a la salud, podría producir en el punto A. Pero no tendría recursos para producir educación. Alternativamente, la sociedad podría optar por producir cualquier combinación de atención médica y educación que se muestre en la frontera de posibilidades de producción. En efecto, la frontera de posibilidades de producción juega el mismo papel para la sociedad que la restricción presupuestaria juega. La sociedad puede elegir cualquier combinación de los dos bienes dentro o dentro del FPP. Pero no tiene suficientes recursos para producir fuera del FPP.

Lo que es más importante, la frontera de posibilidades de producción muestra claramente el equilibrio entre la atención médica y la educación. Supongamos que la sociedad ha optado por operar en el punto B y está considerando producir más educación. Debido a que la FPP tiene una pendiente descendente de izquierda a derecha, la única forma en que la

sociedad puede obtener más educación es renunciando a parte de la atención médica. Esa es la compensación que enfrenta la sociedad.

Ley de rendimientos decrecientes y formas de la FPP

Las restricciones presupuestarias presentadas anteriormente muestran las opciones individuales sobre qué cantidades de bienes consumir, eran todas líneas rectas. La razón de estas líneas rectas fue que la pendiente de la restricción presupuestaria estaba determinada por los precios relativos de los dos bienes en la restricción presupuestaria de consumo.

Para comprender por qué la FPP es curva, comience considerando el punto A en la parte superior izquierda de la FPP. En el punto A, el exhaustivo de los recursos con disponibilidad se dirigen hacia la atención médica y no quedan recursos para educación. Esta situación sería extrema e incluso ridícula. Por ejemplo, los niños ven a un médico todos los días, estén enfermos o no, pero no asisten a la escuela. Las personas se someten a cirugías cosméticas en todas las partes de su cuerpo, pero no existe educación superior o superior. Ahora imagine que algunos de estos recursos se desvían de la atención médica a la educación, de modo que la economía está en el punto B en lugar del punto A. El desvío de algunos recursos de A a B causa una reducción relativamente pequeña en la salud porque los últimos dólares marginales se destinan a la atención médica los servicios no están produciendo muchos beneficios adicionales en salud. Sin embargo, invertir esos dólares marginales en educación, que carece completamente de recursos en el punto A, puede producir ganancias relativamente grandes. Por esta razón, la forma de la FPP de A a B es relativamente plana, lo que representa una caída relativamente pequeña en salud y una ganancia relativamente grande en educación.

Ahora considere el otro extremo, en la parte inferior derecha, de la frontera de posibilidades de producción. Imagine que la sociedad comienza en la opción D, que dedica casi todos los recursos a la educación y muy pocos a la atención médica, y pasa al punto F, que dedica todo el gasto a la educación y ninguno a la atención médica. En aras de la concreción, puede imaginar que, en el movimiento de D a F, los últimos médicos deben convertirse en profesores de ciencias de la escuela superior, las últimas enfermeras deben convertirse en bibliotecarios escolares en lugar de dispensadores de vacunas, y las últimas salas de emergencia son convertido en jardines de infancia. Los beneficios para la educación al agregar estos últimos recursos a la educación son muy pequeños. Sin embargo, el costo de oportunidad perdido para la salud será bastante grande y, por lo tanto, la pendiente de la FPP entre D y F es pronunciada, lo que muestra una gran caída en la salud por solo una pequeña ganancia en educación.

La lección no es que es probable que la sociedad tome una decisión extrema, como no dedicar recursos a la educación en el punto A o no dedicar recursos a la salud en el punto F.

Si, por un lado, actualmente se asignan muy pocos recursos a la educación, entonces un aumento en los recursos utilizados puede traer ganancias relativamente grandes. Por otro lado, si una gran cantidad de recursos ya están comprometidos con la educación, entonces comprometer recursos adicionales traerá ganancias relativamente menores.

Este patrón es tan común que se le ha dado un nombre: la ley de los rendimientos decrecientes, que sostiene que a medida que se agregan

incrementos adicionales de recursos para un determinado propósito, el beneficio marginal de esos incrementos adicionales disminuirá. Cuando el gobierno gasta una cierta cantidad más en reducir la delincuencia, por ejemplo, las ganancias originales en la reducción de la delincuencia podrían ser relativamente grandes. Pero los aumentos adicionales generalmente causan reducciones relativamente menores en la delincuencia, y pagar por suficiente policía y seguridad para reducir la delincuencia a cero sería tremendamente caro.

Indicadores para las evaluaciones de las Universidades e Institutos Técnicos

En 1998 se publicó dentro del Volumen 8, Capítulos VI y V, del informe sobre el "Sistema de Evaluación y Acreditación de Instituciones de Educación Superior" publicado por CONESUP sobre el desarrollo, sistematización, presentación, caracterización y selección de 9 indicadores (Peñaherrera y Marquis, 1995).

En 2003, CACES publicó un segundo informe sobre "Lineamientos para la Autoevaluación para la Acreditación de Universidades y Politécnicas en Ecuador", que presentó 179 indicadores de calidad (CACES, 2005). En una publicación publicada por la CACES en año 2019, utilizó 53 variables para clasificar universidades (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008).

Tabla 1

Significancia por cada indicador seleccionado

Periodo	Instituto	Información	Conglomerados	Indicador
1995	CONESUP	Sistema evaluativo para acreditar a IES	Docentes	49
			Producción científica	
			Extensión	
			Gestiones administrativas	
<hr/>				
2004	CACES	Guía autoevaluativa para los IES ecuatorianos	Bienestar Universitario	179
			Gestiones administrativas	
			Docentes	
<hr/>				
2019	CACES	Evaluación de performance De los IES ecuatorianos	Producción científica	53
			Aporte de vinculación social	
			Ámbito académico	
<hr/>				
			Estudiantado universitario	
			Producción científica	
<hr/>				
			Gestiones	

Nota: Tomado de CACES (2019).

Como se muestra en la **Tabla 1** existen similitudes en los parámetros evaluados y en algunos casos se les denomina de manera diferente. En este estudio se encontró la utilidad de los parámetros en la medida en que se debe procesar la información de cada institución de educación superior (IES). Los parámetros analíticos mostrados son:

- Medio externo
- Docencia
- Gestión
- Investigación

Sabiendo esto, se realizará una revisión de los conceptos para los parámetros que se utilizaron en la evaluación de IES (Instituciones de Educación Superior).

Parte Académica

Se refiere a las condiciones básicas para lograr una educación universitaria de calidad. Su propósito es establecer una distinción con los docentes de otros niveles del sistema educativo nacional, en los que la educación universitaria constituye y constituye una comunidad científica, artística y profesional verdaderamente autorizada. Se debe tener en cuenta la idea de que debe ser reconocida, legal y legítimamente protegida (CACES, 2017).

Preparación de profesores. – es el grado de formación de los profesores de las instituciones de educación superior. Así que esto se traduce en tres indicadores. Los títulos académicos están diseñados para distinguir la facultad con un título basado en el número total de miembros de la facultad. Una segunda tipología distingue entre ciclo de grado de maestría y formación especializada. La formación de doctorado define maestro en este tipo de programa (Manzo et al., 2006).

Dedicación. – Para medida el grado de interés que una institución ha decidido dar al proceso de aprendizaje pedagógico de los estudiantes universitarios y para el desarrollo de actividades complementarias (no educativos) destinados a mejorar este trabajo (Muñozetal, 2016). El subcriterio es un maestro de tiempo completo. Aquí analizamos el número de profesores de tiempo completo y de tiempo completo, el porcentaje de estudiantes universitarios y estos profesores, y el promedio de horas lectivas semanales.

Tiempo del profesor. - se refiere a los profesores a tiempo parcial se denomina calidad de dedicación y analiza tanto el número de profesores a tiempo parcial como el promedio de horas lectivas semanales de los profesores a tiempo parcial. por formadores de IES además de los indicadores (Manzo et al., 2006).

Carrera docente. – Constituye las obligaciones y derechos de los docentes e institucionaliza su profesión (Pascual, 1999).

Vinculación con la colectividad. – se compone de 3 indicadores: el número de vinculaciones con que cuentan las universidades, los estudiantes universitarios y los docentes que participan (Muñoz et al., 2016).

El estudiantado universitario y su entorno

La centralización y el aprendizaje de los estudiantes universitarios están impulsados por nuevos modelos de educación y evaluación en todo el mundo (Consejo de Evaluación, Acreditación y Garantía de Calidad de la Educación Superior, 2013).

Obligaciones y derechos. - Rompe el acceso, que significa las relaciones entre los sistemas de educación superior, las estructuras sociales y los sistemas políticos, pero también significa asegurar la excelencia académica. La regulación es la existencia de estándares para asegurar la gobernanza universitaria democrática.

Soportes de academia. – Estos refieren a el aspecto de tecnicismo, orientado a la evaluación de las estructuras bibliotecarias, de TIC, laboratorio y aspecto comunicativos que las IES están obligadas a proporcionar a los alumnos de pregrado para una óptima eficiencia (CACES, 2019).

Proceso investigativo

El proceso de investigación en una institución nacional de educación superior está diseñado para ser un elemento primordial en la comprensión e incidencia del cambio y necesidad del contexto ecuatoriano a corto, mediano y largo plazo. Tanto los estudiantes como los profesores están profundamente involucrados en estos procesos (Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación, 2019).

Política en producción científica. – Es la política de búsqueda del conocimiento determinada por las universidades e institutos técnicos (Muñoz et al., 2016). Se eligieron indicadores para medir el nivel de aporte de los docentes a la investigación de las IES a través de la formación del personal docente-investigador (Pascual, 1999).

Praxis investigativa. – Examinar los factores subyacentes que ayudan a establecer la fuerza o alcance de implementación de una política de investigación (Pascual, 1999). La cantidad de proyectos de investigación realizados por el IES, el nivel de implicación del profesorado y el grado de

implicación de los estudiantes universitarios en las actividades de investigación y la financiación de la investigación distinguen los recursos que el IES destina a sus actividades investigativas (Muñoz et al., 2016).

Pertinencia. – Enfocar el alcance del estudio y la evaluación de los resultados (Muñoz et al., 2016).

Gestiones administrativas

Las actividades que realiza cada institución de educación superior se desarrollan dentro del estándar y se considera que la metodología desarrollada en actividades como gestores de funding (CACES, 2017).

Gestiones. – Se obtuvieron indicadores desde el punto de vista de las organizaciones relevantes con incidencia en el entorno (Muñoz et al., 2016). Primeramente, refiriéndose a la política institucional y se centra en dos aspectos integrados en los dos indicadores. El segundo criterio de intervención en el análisis de las instituciones de educación superior, los controles internos, refiere al legado de la universidad como evidencia de integración como una institución financiera con solidez (CACES, 2017).

Infraestructura. – Sea cual sea el negocio, además de sus necesidades de recursos, también necesita el mejor espacio para crecer. Es por ello que la infraestructura desarrollada por cada establecimiento de educación superior, ya sea docente o investigadora, es fundamental para el correcto desarrollo de cada actividad (CACES, 2017).

MARCO CONCEPTUAL

Las Eficiencia técnica

Definición de la eficiencia y métodos para el análisis de la eficiencia

Hay varios métodos que se pueden utilizar para el análisis de la eficiencia. Los más utilizados son el análisis de frontera estocástica (SFA) y el análisis envolvente de datos (DEA). En este estudio se considerará la técnica DEA por su dominio en la literatura.

En un sentido amplio, la eficiencia es la medida en que el tiempo, el esfuerzo o los recursos se utilizan bien para la tarea o el propósito previsto (O'Sullivan & Sheffrin, 2003). En los negocios, la eficiencia se define en diferentes niveles como la suma de acciones que tienen como objetivo maximizar las ganancias y minimizar las pérdidas y los gastos (Barr & Tschannen-Moran, 2004). Por lo general, esto implica la reducción de gastos o insumos al tiempo que aumenta el rendimiento o los productos. La eficiencia empresarial también puede considerarse como un caso especial de eficiencia económica que se refiere al uso de recursos para maximizar la producción de bienes y servicios (O'Sullivan & Sheffrin, 2003). Se dice que un sistema económico es más eficiente que otro si puede proporcionar más bienes y servicios a la sociedad sin utilizar más recursos. Utilizando este enfoque empresarial, el estudio actual evalúa la eficiencia de las instituciones de educación superior. Aunque las instituciones públicas son organizaciones sin fines de lucro, el proceso de producción en su núcleo todavía utiliza insumos para producir productos.

Según Barr (2004), un sistema puede considerarse económicamente eficiente si alguno de los siguientes tres escenarios está presente en un sistema económico.

- No es posible producir más de un bien o servicio sin producir menos de los otros bienes o servicios (comúnmente conocida como eficiencia de Pareto).
- No se puede producir una producción adicional sin aumentar la cantidad de insumos utilizados.
- La producción se da al costo unitario que sea el más bajo posible.

El primer escenario implica que, si un sistema de producción es eficiente, entonces la única forma en que una empresa puede aumentar la producción de un bien o servicio en particular sería desviar algunos de los recursos de la producción de otros bienes o servicios a la producción de ese bien o servicio particular. Es decir, ningún bien o servicio puede mejorarse sin empeorar otro bien o servicio.

Por otro lado, el segundo escenario indica que cuando una empresa es eficiente, utiliza la mínima cantidad posible de recursos (insumos) para producir una determinada cantidad de productos.

Por lo tanto, la única forma en que un Estado puede aumentar su producción sin desviar recursos de la producción de otros bienes es aumentar la cantidad de insumos para la producción de ese bien en particular.

El costo es una de las principales preocupaciones a la hora de evaluar la eficiencia, ya que se considera un factor negativo de producción. Así, el tercer escenario implica que una empresa eficiente opera al mínimo costo posible. Si una empresa no opera al costo mínimo, está utilizando en exceso los insumos fiscales en la producción de productos.

Importancia del análisis de eficiencia

El análisis de eficiencia es importante en la gestión de cualquier negocio (lucrativo y no lucrativo) por razones que incluyen las siguientes.

Escasez de recursos:

Algunas combinaciones de productos son inalcanzables dada la cantidad de recursos disponibles. Este problema se conoce como escasez de recursos (Echarte-Fernández, Martínez-Hernández, & Zambrano, 2018). Dado que los recursos son escasos, la evaluación de la eficiencia puede ayudar a los responsables de la toma de decisiones a lograr el máximo rendimiento de los recursos potencialmente limitados. Por tanto, el análisis de la eficiencia puede ayudar a los responsables de la toma de decisiones a identificar los recursos más importantes y las mejores combinaciones posibles de insumos para lograr el mejor resultado.

Deseos humanos ilimitados:

La deficiencia de recursos es un problema económico fundamental de tener deseos humanos aparentemente ilimitados en un mundo de recursos limitados (Cruz-Kronfly, 2021). Como tal, los recursos deben usarse de

manera inteligente y eficiente para al menos satisfacer todos los deseos y necesidades humanas. Por lo tanto, es importante realizar un análisis de eficiencia para la producción de bienes o servicios con el fin de determinar si un método de producción es eficiente o no. Esto ayudará a quienes toman las decisiones a determinar si deben cambiar su método de producción o no.

Costos de oportunidad:

Estos son el valor de las mejores alternativas que se renuncian en una situación en la que se debe elegir entre varias alternativas mutuamente excluyentes dados los recursos o insumos limitados (González & Hernández, 2020). Esto implica que, si se toma la mejor opción, es el "costo" incurrido por no disfrutar del beneficio que se obtendría al tomar la segunda mejor opción disponible.

El análisis de eficiencia puede ayudar a los tomadores de decisiones a elegir las mejores alternativas al identificar el método de producción más eficiente, que puede servir para limitar los posibles costos de oportunidad incurridos.

La ineficiencia implica costos reales:

El costo real de producción es el valor de todos los insumos tangibles que se utilizan en el proceso de producción (Lauzán O. C., 2017). Un costo real puede verse como el total gasto involucrado en generar un producto. Si la producción de un producto no es eficiente, los costos reales involucrados serán más altos que cuando la producción es eficiente. El análisis de eficiencia puede ayudar a los tomadores de decisiones a reducir los costos reales al

proporcionar conocimiento sobre si su sistema de producción es eficiente o no.

Modos de medir la eficiencia

La eficiencia se puede medir de una de las tres maneras; orientado a insumos, orientados a resultados o no orientados (Lauzán O. C., 2017). Una medida de eficiencia orientada a los insumos se basa en los insumos utilizados durante el proceso de producción. Este método tiene como objetivo minimizar las entradas utilizadas para producir un nivel de salida fijo o predeterminado. Una medida de eficiencia orientada a los resultados se mide, por otro lado, en función de los resultados producidos en el proceso de producción. En este caso, la producción se maximiza dada una cantidad fija de entradas. Una medida de eficiencia no orientada se encuentra cuando la eficiencia se mide en base tanto a los insumos utilizados como a los productos producidos durante el proceso de producción. Esta medida tiene como objetivo minimizar simultáneamente los insumos utilizados y maximizar los productos producidos en un proceso de producción.

Modelo DEA

DEA es una técnica matemática que permite la determinación de medidas de eficiencia en un entorno donde las operaciones de entrada influyen en las operaciones de salida. El volumen de literatura sobre la investigación de la DEA ha aumentado recientemente con la finalización de muchos estudios internacionales y locales. Este aumento se puede atribuir principalmente a los beneficios metodológicos y computacionales de la técnica DEA (López-Bermúdez, Freire-Seoane, & Nieves-Martínez, 2019).

DEA es parte de una gran familia de procedimientos de estimación de frontera. De Borger, Kerstens y Costa (2019) clasifican esta familia de procedimientos de estimación de frontera por forma funcional y error de medición. La forma funcional se refiere a un procedimiento que se clasifica como paramétrico o no paramétrico. El enfoque paramétrico asume que una forma funcional particular con parámetros constantes puede representar el límite del conjunto de posibilidades de producción. El enfoque no paramétrico impone axiomas de regularidad mínima sobre el conjunto de posibilidades de producción e impone directamente un enfoque por partes sobre la muestra. DEA es un procedimiento de estimación de frontera no paramétrica. El error de medición se relaciona con un procedimiento que se clasifica como determinista o estocástico. Como método determinista, la DEA toma todas las observaciones como dadas y asume implícitamente que estas observaciones se miden exactamente. Los métodos estocásticos, por el contrario, permiten errores de medición aleatorios.

La DEA, como técnica determinista no paramétrica, se utiliza en la investigación de operaciones y la econometría para la estimación y clasificación de fronteras multivariadas. La fuente de DEA se remonta al estudio de Farrell de 1957. Estos orígenes se derivan de una metodología para realizar evaluaciones a partir de desviaciones realizadas de una isocuanta de frontera de producción idealizada. Farrell (1957) introdujo en esta metodología un enfoque basado en el desarrollo de una envolvente lineal, cuasi-convexa, por partes de los datos para determinar la frontera. Luego, la frontera se usa para medir la eficiencia relativa. Los valores de eficiencia se calculan comparando el desempeño relativo de la organización bajo

investigación con la organización dentro del grupo con la mejor práctica observada. El modelo produce medidas de eficiencia que reflejan reducciones equi-proporcionales de entradas o salidas en la frontera de mejores prácticas, las llamadas medidas de eficiencia radial (Farrell, 1957).

La técnica a la que se hace referencia como DEA se ocupa de la eficiencia de las organizaciones individuales. La organización de interés puede definirse como la Unidad de Evaluación (Thanassoulis, Dey, Petridis, Goniadis, & Georgiou, 2017) o la Unidad de Toma de Decisiones (DMU) (Mamani & Luque, 2017). Esta unidad se encarga de controlar el proceso de producción y toma de decisiones en varios niveles. Estos niveles incluyen operaciones diarias, tácticas a corto plazo y estrategias a largo plazo. La DEA es la más adecuada para medir la eficiencia de múltiples DMU, cada una de las cuales contiene varias entradas y salidas (Akhlaghi & Rostamy-Malkhalifeh, 2019).

La eficiencia de la DEA se puede clasificar en dos categorías. El primero de ellos se llama eficiencia técnica y se define como la productividad relativa en el tiempo, el volumen o ambos. El segundo es la eficiencia de la escala y se relaciona con una posible divergencia entre el tamaño de producción real e ideal (Eyre, 2020).

El trabajo de Farrell (1957) fue ampliado por Emrouznejad y Yang (2018), quienes introdujeron una metodología de programación lineal (LP), que a su vez condujo al modelo DEA Charnes, Cooper y Rhodes (CCR). El modelo CCR se aplica a situaciones en las que se obtienen rendimientos a escala constantes. La eficiencia generada por el modelo CCR es una

eficiencia técnica que tiene tanto un componente de escala como un componente técnico puro, lo que impulsa el puntaje de eficiencia. La medida de eficiencia técnica pura se determina comparando DMU ineficientes con DMU eficientes del mismo tamaño de escala. Por el contrario, la medida de eficiencia técnica se determina comparando cada DMU ineficiente con las DMU eficientes, independientemente del tamaño de la escala. Por lo tanto, la eficiencia de la escala es la relación entre la eficiencia técnica y la eficiencia técnica pura.

El modelo CCR fue seguido por la introducción del modelo DEA Banker, Charnes y Cooper (BCC) por Prorok, Šerić, Peronja, (Prorok, Šerić, & Peronja, 2019) El modelo BCC se aplica a situaciones en las que se aplican rendimientos variables a escala (Panayides et al., 2019). La eficiencia generada por el modelo BCC es pura eficiencia técnica. La diferencia entre los modelos CCR y BCC es que, mientras que el primero proporciona información sobre la eficiencia técnica y de escala, el segundo identifica únicamente la eficiencia técnica pura. Si se aplican ambos modelos, la eficiencia puramente técnica y de escala se puede calcular como valores separados.

La DEA determina la eficiencia comparando radialmente las DMU con la frontera de producción. La frontera de producción consiste en DMU totalmente eficientes. Las DMU ineficientes están envueltas por la frontera. Para corregir la ineficiencia, las DMU ineficientes se proyectan a la frontera de producción. Hay tres orientaciones en las que puede tener lugar tal proyección. Una de estas orientaciones se llama orientación de entrada y tiene como objetivo reducir las cantidades de entrada tanto como sea posible,

manteniendo fijos los niveles de salida, con el fin de lograr la eficiencia. La segunda orientación se denomina orientación de salida y maximiza los niveles de salida por debajo de los niveles de entrada actuales para lograr la eficiencia (Poveda Pineda & Salcedo Salas, 2018). La diferencia entre estas dos orientaciones radica en cómo se ajustan las variables para lograr la trayectoria de proyección a la frontera (Han, Assessing the impacts of port supply chain integration on port performance. , 2018). Se puede utilizar la orientación de entrada o la orientación de salida para corregir la ineficiencia en los modelos CCR y BCC. La tercera y última orientación para corregir la ineficiencia se utiliza en el modelo aditivo. Este modelo es un modelo DEA alternativo que ajusta los niveles de entrada y salida simultáneamente para lograr eficiencia (Poveda Pineda & Salcedo Salas, 2018). En el caso de entrada-salida más simple, la trayectoria de proyección del modelo aditivo es diagonal (Han, 2018). Los modelos BCC y Additive son idénticos en términos de sus fronteras de producción. La diferencia son los diferentes caminos de proyección hacia la frontera de producción para las DMU ineficientes. La orientación de un modelo DEA depende principalmente de la naturaleza de la producción y las limitaciones dadas.

Como método determinista, la DEA no modela explícitamente un término de error aleatorio y la desviación general de la frontera se interpreta solo como ineficiencia. Sin embargo, el método DEA usa una muestra para el análisis de eficiencia. Por lo tanto, las diferencias en las estimaciones pueden deberse a errores de muestreo más que a diferencias reales en los niveles de eficiencia de las respectivas DMU. Para superar esta limitación, se ha propuesto una metodología bootstrap para evaluar la variabilidad muestral de

los resultados de la DEA (Hung, Lu, & Wang, 2010). Bootstrapping en este caso se basa en la creencia de que el remuestreo de los datos originales crea conjuntos de datos replicados a partir de los cuales se pueden identificar y corregir errores de muestreo en los resultados de eficiencia (Kumar, Fu, Tucker, & Levine, 2019).

Al analizar datos transversales, DEA implica la comparación de una DMU con otras DMU muestreadas durante el mismo período de tiempo. Los datos del panel no solo permiten comparar una DMU con otras contrapartes, sino también evaluar los cambios en el nivel de eficiencia durante un período de tiempo. Al hacerlo, los datos de panel reflejan el patrón de eficiencia de una DMU y, como tal, a menudo se prefieren a los datos transversales si están disponibles (Hung, Lu, & Wang, 2010).

Cuando se utilizan datos de panel, los cambios en la eficiencia se comparan utilizando el Índice de Productividad de Malmquist (IPM) propuesto por Färe et al., (1994). Este índice produce una medida de cambio de eficiencia denominada Cambio de productividad total de los factores (TFPC). El TFPC proporciona una interpretación del cambio en la eficiencia a lo largo del tiempo y se puede dividir en tres componentes. Estas medidas de componentes son; los cambios en la eficiencia técnica pura, los cambios en la eficiencia de la escala y, el componente final mide los cambios en la tecnología. El cambio de tecnología se obtiene midiendo el desplazamiento en la frontera producido por los modelos DEA de un período a otro. Este desarrollo ha permitido a los investigadores utilizar técnicas DEA en combinación con el MPI (Índice de productividad Malmquist) (Echarte-Fernández, Martínez-Hernández, & Zambrano, 2018).

A diferencia de otras industrias, la educación presenta ciertas características que dificultan la estimación de una función de producción. Rubio & Dominguez-Gil (2021) destacan el carácter intangible y múltiple del producto, el desfase temporal en la consecución de sus resultados, su carácter acumulativo y que el proceso educativo lo llevan a cabo los propios clientes. Esta es la razón por la que las técnicas no paramétricas como el Análisis envolvente de datos (DEA) son tan convenientes para medir la eficiencia en este contexto. Permiten evaluar la eficiencia de las diferentes unidades sin tener que estimar una función de producción. El método estadístico DEA es usado para la evaluación de eficiencias que sean relativas para un conglomerado de unidades, esta técnica fue desarrollada en Charnes et al. (1978) en Heydari et al. (2020). Al utilizar la programación lineal, se construye una frontera de unidades de mejores prácticas basadas en datos observados. La frontera de eficiencia se utiliza como punto de referencia con el que se puede evaluar el desempeño de las unidades de menor eficiencia. La frontera estimada envuelve todas las observaciones disponibles y cada desviación de esa frontera se interpreta como una medida de la ineficiencia de las unidades. La metodología DEA se ha utilizado ampliamente para analizar la eficiencia en varias áreas del gasto público. La principal razón de su amplia aplicación es su flexibilidad, el hecho de que da cuenta de múltiples productos, la incertidumbre sobre la verdadera tecnología de producción. Es decir, como la capacidad de transformar entradas en salidas para una determinada tecnología. El concepto de eficiencia fue contextualizado en el campo de la educación por Levin en Gilbert et al. (2019) y ha sido ampliamente utilizado en la literatura para evaluar la eficiencia en la educación. Aunque una

revisión completa de la literatura requeriría un trabajo de investigación específico, se deben citar algunos de los estudios previos sobre la eficiencia en la educación. En cualquier caso, se puede ver una revisión más detallada en Agastiti (2017).

Esta familia de estudios comienza con Charnes et al. (1978), donde los autores de la metodología DEA investigan la eficiencia de un programa educativo en Estados Unidos. Desde ellos, varios trabajos han continuado el estudio de la eficiencia en el campo de la educación. Afonso y Aubyn (2006), Agasisti (2017), entre otros, consideraron datos internacionales para evaluar una comparación entre países.

Fundamento teórico de las variables

A partir de la segunda mitad del siglo XX, varias publicaciones y estudios comenzaron a estudiar y evaluar cómo se podría lograr el proceso educativo, buscando evidencias sobre los determinantes del éxito educativo de los estudiantes universitarios. La introducción de este tema promovió la difusión de estudios empíricos que abordaron el desarrollo educativo a partir de la conversión de variables de insumo -como recursos escolares y características y contextos de los estudiantes universitarios- en variables de producto -principalmente rendimiento académico.

El Informe Coleman de 1966, Coleman et al. (1966) fue uno de los primeros intentos por encontrar determinantes y elementos que incidieran en el proceso educativo. A partir de esto, el aprendizaje comenzó a explorarse cada vez más, analizando en sus múltiples dimensiones, factores que podrían

influir en el entorno de enseñanza y aprendizaje (HANUSHEK & KIMKO, 2000).

En los trabajos de Hanushek (2011), BIRD (2014) y Woessman (2011), los elementos contextuales de los estudiantes universitarios, ya sea de perfil socioeconómico, características parentales e incentivos pro-estudio, son algunas de las variables continuamente significativas en los estudios de Evaluación del desempeño.

Si bien gran parte de las investigaciones sugieren que las acciones enfocadas exclusivamente en insumos educativos son poco efectivas, esto no significa que los recursos no importen. Así, Chiu y Khoo (2015) señalan que es posible que los estudiantes universitarios que asisten a escuelas con mejores recursos, o en niveles adecuados, logren mejores niveles de eficiencia. Como destacan Gamoran y Long (2018), los sistemas educativos que cuentan con niveles adecuados de recursos o que realizan inversiones destinadas a expandir y corregir deficiencias estructurales y pedagógicas pueden y tienden a beneficiarse de los rendimientos positivos del aprendizaje.

Sin embargo, esta relación y conversión entre insumos (recursos internos y externos) y productos (niveles de aprendizaje, por ejemplo) no es exactamente perfecta. Asignar más recursos en el sistema educativo no siempre es un significado de calidad. Eficiencia significa elegir la combinación más eficiente y decidir dónde invertir. Por ello, los análisis de eficiencia en las políticas públicas y el gasto son algunas de las formas de realizar comparaciones entre diferentes sistemas y características, brindando

información y transparencia a la sociedad. Por lo tanto, la técnica del análisis envolvente de datos se utiliza a menudo para evaluar la eficiencia educativa.

Los resultados de las investigaciones de eficiencia muestran principalmente que las unidades bajo análisis podrían aumentar su eficiencia en comparación con otras unidades que utilizan los mismos insumos y estándares de tecnología. Además, las investigaciones que utilizaron modelos de dos etapas también fortalecen que las variables contextuales impactan la transformación de insumos en productos desde la perspectiva de la provisión de bienes públicos y educación. Debido a esto, diferentes variables incluidas o no incluidas en las estimaciones de eficiencia pueden conducir a resultados completamente opuestos en la medición de la eficiencia y deben elegirse con precaución (Bogetoft, Heinesen, & Tranæs, 2015).

Para Silva y Almeida (2012), los municipios del estado de Rio Grande do Norte mostraron baja eficiencia en la conversión del gasto público en educación municipal con indicadores de la evaluación educativa de 2005, lo que sugiere que varios municipios podrían haber alcanzado mejores niveles de fracaso y evasión escolar si hubieran aumentado la eficiencia en el gasto público. Así, indican que mejorar la asignación de recursos de Fundef (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental) buscando reducir las tasas de fracaso y abandono, y la presencia de consejos educativos, reflejando la importancia de la planificación y la fiscalización, pueden elevar los puntajes de eficiencia. Como la gestión de los recursos está a cargo de los alcaldes, los autores señalan que la madurez y el nivel educativo son algunos de los requisitos para una buena gestión pública y que

la participación de la sociedad civil en el cobro y fiscalización es fundamental para el éxito de las acciones educativas.

Para Wilbert y D'Abreu (2017), el gasto total por alumno no siempre se convierte en un mejor rendimiento educativo. Su evaluación para los municipios del estado de Alagoas, Brasil, indicó que, si bien los municipios menos eficientes fueron aquellos con mejores condiciones de partida, es decir, mejor PIB per cápita y alto gasto por alumno, los más eficientes fueron precisamente aquellos con condiciones iniciales más bajas. con bajos niveles de gasto por alumno.

Al evaluar el impacto de los recursos en el desempeño, Ramzi, Afonso y Ayadi (2016.) encontraron que si bien los recursos financieros, materiales y humanos no ejercían una relación significativa con el desempeño de los estudiantes universitarios, las diferencias en las características socioeconómicas regionales y las variables de pobreza y empleo influían en la eficiencia de los puntajes en 24 regiones de Túnez, país ubicado en África.

Para Schettini (2018), las diferencias en los puntajes de eficiencia de los municipios brasileños en la educación universitaria son significativas, impactadas por la escasez de insumos no discrecionales y el efecto positivo de los programas para reforzar el aprendizaje y reducir las tasas de deserción o fracaso en los niveles de eficiencia.

Schettini (2014) estima la eficiencia técnica de los municipios brasileños en la educación pública universitaria. Utilizando datos sobre gasto por alumno, competencia matemática por Sae (Sistema de Avaliação da Educação), insumos de capital y trabajo en la región y variables exógenas, los

autores encuentran que varios factores ambientales, más allá del control del administrador municipal en el corto plazo, se correlacionan con los puntajes de eficiencia. Elementos como las malas condiciones de salud, la educación de la población local, el desempleo y la desigualdad de ingresos influyeron negativamente en la eficiencia. Nuevamente, identifican que la existencia de un plan de educación municipal se relaciona con mejores resultados, posiblemente porque indica medidas de planificación en la zona.

En el estudio de Santín y Sicilia (2018), los autores encontraron que hubo una reducción en el porcentaje de universidades con máxima eficiencia entre 2019 y 2012, analizando las escuelas de Uruguay que participaron en el examen PISA (programa internacional de evaluación educativa). Señalan que las políticas públicas dirigidas a reducir los altos niveles de repetición, promover las técnicas de enseñanza y aprendizaje y la evaluación continua de los estudiantes universitarios a través de pruebas y deberes pueden mejorar los niveles de eficiencia. También observan que hay efectos positivos sobre la eficiencia de las universidades públicas al brindar responsabilidad por la distribución de recursos dentro de las universidades a los rectores.

Para Rosano-Peña, Albuquerque y Marcio (2012), existe una alta ineficiencia en la educación en los municipios de Goiás, siendo impactada por factores como ineficiencia de escala (tamaño inadecuado), impacto de entornos no controlables e ineficiencia en la gestión. Con esto, indican que la mayor asignación de insumos no garantiza mejores resultados si no se resuelve de antemano la ineficiencia de las unidades educativas, pudiendo así traducirse en mayor derroche.

Para Schettini (2018), D'Inverno, Carosi y Ravagli (2018), las economías de escala en la provisión de educación, ya sea en clases con estudiantes universitarios, también son evidentes, lo que influye en la eficiencia desde los niveles en educación básica y superior.

Respecto al profesorado, Wolszczak - Derlacz (2017) comparan la eficiencia del profesorado de educación superior en España. Sus resultados demuestran que existe una gran diferencia en la eficiencia docente entre universidades y que elementos como la experiencia docente y la formación académica no influyeron en los puntajes de eficiencia. Sin embargo, permanecer en la misma universidad durante cinco o más años, ser mujer y tener clases más bajas afectó positivamente la eficiencia de los docentes.

Al comparar los datos de PISA (programa internacional de evaluación educativa) de 2003 para 25 países, Afonso y St. Aubyn (2005), utilizando la técnica DEA y un procedimiento de segunda etapa, notan la presencia de ineficiencia en muchos de estos países. En la estimación de la segunda etapa, los autores observan que variables como el PIB per cápita y el nivel de educación de los padres se correlacionan alta y significativamente con los puntajes de eficiencia. Por lo tanto, los entornos más prósperos y cultivados son condiciones importantes para un mejor desempeño de los estudiantes universitarios.

Agasisti y Zoido (2017) evaluaron los niveles de eficiencia de más de 8,000 universidades en 30 países que participaron en el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes universitarios de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) 2012. Sus

resultados nuevamente corroboran la presencia de diferenciales de eficiencia entre las universidades, donde en promedio los resultados de aprendizaje podrían ser un 27% más altos, si se mantuvieran las mismas cantidades de insumos. En la estimación de la segunda etapa, los autores observan que la presencia de compañeros con bajos niveles de aprendizaje influye en sus compañeros.

En Bradley, Johnes y Little (2010), la eficiencia de las universidades en Inglaterra varía entre los años 1999 a 2003. Con un análisis multivariado, los autores observan que las variables relacionadas con el alumno, como el género, la etnia y el grupo de edad, son más importante que las variables relacionadas con los empleados para determinar la eficiencia. Además, el desempleo local tiene un impacto en el proveedor de educación.

Haelermans y Ruggiero (2013) aplican la técnica DEA para evaluar la eficiencia de asignación de las universidades holandesas. Sus resultados demuestran que, a pesar de que la eficiencia de asignación afecta los niveles de eficiencia, la ineficiencia técnica sigue siendo crucial y que el impacto del entorno contextual es extremadamente costoso para las universidades.

Delgado y Machado (2007) realizan una evaluación de eficiencia en dos etapas para las universidades estatales de Minas Gerais. Sus resultados también sugieren que una complementariedad de insumos, dentro y fuera de la universidad, permite un mejor desempeño en términos de eficiencia. Las universidades ubicadas en mesorregiones del estado donde hay mayor abundancia de recursos educativos tienen mayores posibilidades de ser más eficientes y brindar una educación de mejor calidad. Sus conclusiones

también muestran que algunos factores, como la infraestructura, juegan un papel importante en la obtención de mejores resultados de eficiencia. Las condiciones familiares, incluida la educación de la madre y el estímulo a la lectura, contribuyen a lograr mejores resultados en las pruebas de matemáticas y portugués.

Finalmente, Dufrechou (2016) también realiza un análisis DEA en dos etapas, siguiendo el modelo de Simar y Wilson (2007). En su comparación de la eficiencia del gasto público en educación en los países latinoamericanos con los países de altos ingresos, elementos como los niveles de globalización, la democracia y los ingresos son centrales para su explicación.

Los estudios que buscan evaluar la eficiencia de los sistemas educativos en su gran mayoría encuentran grandes desigualdades en la capacidad de las universidades para convertir insumos en productos. La evidencia sugiere que múltiples elementos pueden influir en la eficiencia de las universidades y que muchos de ellos no están completamente bajo el control del sistema educativo. Por tanto, los análisis de eficiencia que incluyen segundas etapas ayudan a identificar y explicar las ineficiencias en los sistemas educativos.

Además, en el esfuerzo de los autores, no se encontró literatura que solo evaluara la eficiencia educativa de la educación superior de Ecuador. Por lo tanto, este trabajo busca investigar y verificar si el sistema de educación pública en el Ecuador está operando de manera eficiente, siguiendo la técnica de dos etapas, comprobar posibles elementos que influyan en la operación. Comparando con la literatura encontrada por los autores, se agrega a la

literatura de análisis de eficiencia la inclusión de variables de gasto por unidad educativa y no por municipios o países como la mayoría de la bibliografía.

Gasto público en educación

Está bien establecido en la literatura que la educación es fundamental tanto para el bienestar individual, a través de sus impactos en el capital humano, empleabilidad, productividad, ingresos y salud, como para el crecimiento económico general. Por ejemplo, un año adicional de escolaridad en promedio genera entre un 8 y un 10 por ciento más en ingresos y 0.18 años más en la esperanza de vida; los países con más educación tienden a crecer más rápido, con estimaciones que varían según el estudio (BCE, 2020). Además, estudios más recientes indican que no es la matrícula escolar o los años de escolaridad lo que más importa, son el aprendizaje y las habilidades los que marcan la diferencia (The World Bank. , 2014). Además, una mayor expansión de la educación podría ayudar a reducir la desigualdad de ingresos (Coady & Dizioli, 2018). Reconociendo el papel vital de la educación, uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas es garantizar una educación inclusiva y de calidad para todos como también la promoción de un aprendizaje que se lleva de manera constante.

Se ha logrado un progreso significativo en la mejora del acceso a la educación (por ejemplo, la matrícula escolar) durante las últimas décadas, en particular en las economías en desarrollo. Las inversiones en educación han aumentado en todos los grupos de ingresos, siendo el gasto público como porcentaje del PIB en las economías en desarrollo de bajos ingresos el que más ha aumentado, del 1,9 por ciento en 1990 al 4,3 por ciento en 2015. Como resultado, las tasas de matrícula han aumentado. En los países de bajos

ingresos, las tasas netas promedio de matriculación en el nivel primario han aumentado del 45% en 1990 a más del 80% en 2015. Las tasas medias brutas de matriculación en la educación superior también han aumentado en todos los grupos de ingresos. La igualdad de género ha mejorado notablemente, y la proporción de jóvenes en la educación universitaria y superior en los países de bajos ingresos aumentó del 74% al 90% durante el mismo período.

Sin embargo, la educación aún enfrenta varios desafíos importantes en muchas economías. A pesar de las mejoras, persisten grandes brechas en las tasas de matriculación. Las tasas de matriculación en la educación universitaria y superior siguen siendo bajas en un gran número de economías en desarrollo y hay margen para aumentar la matriculación en la educación infantil y superior en muchas economías. Lo que es más sorprendente es el lento progreso en el aprendizaje. Los niños aprenden muy poco en muchos sistemas educativos del mundo en desarrollo y muchos de ellos carecen de habilidades básicas de lectoescritura y aritmética incluso después de varios años en la escuela. Incluso en los países de la OCDE, alrededor del 20 por ciento de los estudiantes universitarios no alcanzan el nivel básico de competencia en las pruebas de ciencias, lectura y matemáticas de PISA, y las mejoras han sido lentas. Además, las brechas en la matrícula y los resultados entre los grupos favorecidos y desfavorecidos son sustanciales. Los sistemas educativos también deben adaptarse a un mundo que cambia rápidamente con rápidos avances tecnológicos y cambios demográficos (CEPAL, 2021).

Los desafíos demográficos varían sustancialmente según la región. En África Subsahariana (SSA) y Medio Oriente, África del Norte, Afganistán y Pakistán (MENA), las poblaciones en edad continuarán creciendo durante las

próximas décadas, lo que pone de relieve la presión para expandir los sistemas educativos. Esto conducirá a un mayor gasto en el sector educativo, tanto a través de la construcción de nuevas universidades como del aumento del empleo. En la mayoría de las otras regiones, especialmente Asia emergente y en desarrollo (EDA), Europa emergente y en desarrollo (EDE) y América Latina y el Caribe (ALC), la población en edad escolar disminuirá en más del 15 por ciento para 2050. Esto sugiere la posible necesidad para la consolidación de la red de educación superior y la reducción del empleo en el sector educativo.

Además, a medida que la población envejece, la proporción tanto de la población en edad escolar como de la población en edad laboral disminuirá en la mayoría de las regiones, lo que ejercerá una presión adicional para reducir el empleo en el sector educativo a medida que se intensifica la competencia por los trabajadores en todos los sectores.

Por ejemplo, si bien la población con cualificación se mantendrá en gran medida estable en las economías avanzadas, la población en edad de trabajar como porcentaje de la población total disminuirá del 64% en 2017 al 57% en 2050.

Abordar muchos de estos desafíos requiere inversiones públicas continuas en educación. Sin embargo, dado que muchos países se enfrentan a grandes presiones fiscales por los altos niveles de deuda pública y las necesidades de gasto en competencia de infraestructura, salud y protección social, mejorar la eficiencia del gasto se ha vuelto esencial, lo que puede ayudar a lograr mejores resultados sin aumentar el gasto. La literatura suele encontrar

grandes ineficiencias en el sector de la educación y hay espacio para mejoras significativas (Grigoli, 2015).

Por ejemplo, la literatura indica que el tamaño de la clase pequeño (especialmente muy pequeño), en relación con el tamaño moderado de la clase, se asocia con pocos beneficios educativos adicionales, y la realineación del número de maestros al número decreciente de estudiantes universitarios en muchas economías podría conducir a importantes ahorros con poco efecto en los resultados (Afonso, Schuknecht, & Tanzi, 2006). También hay margen en muchas economías para reasignar el gasto hacia los estudiantes universitarios y las escuelas desfavorecidos, lo que puede ayudar a mejorar tanto la eficiencia como la equidad.

Este documento presenta un enfoque sistemático para evaluar la eficiencia y equidad del gasto público en educación, identificar las fuentes de ineficiencia y desigualdad y formular posibles opciones de reforma.

En el Ecuador el gasto social se encuentra compuesto por los siguientes sectores de atención prioritaria: Salud, Educación, Bienestar Social, Vivienda, Trabajo. La inversión pública tiene como finalidad: redistribuir de los ingresos entre la población; la implementación de los servicios básicos; la generación de puestos de trabajo; la aprobación y desarrollo de la mayor cantidad de proyectos sociales que sean sostenibles en el tiempo; el aseguramiento de la gratuidad de la salud y educación; la garantía de una vivienda digna para todas las familias (Quine Marcillo, 2015).

Para Guamán Quijosaca (2017), la inversión del gasto social en educación constituye una de las herramientas esgrimidas por los gobiernos

para favorecer la productividad del factor trabajo y mejorar el crecimiento económico del país. De la misma forma, el presupuesto asignado al sector educativo en relación al Producto Interno Bruto (PIB) en el 2014 se situó en un 4% del PIB, experimentando un aumento de 112% por ciento (Guamán, 2017).

La misma fuente indica que aun cuando el impulso reciente dado por el Gobierno Nacional en los últimos 14 años, el gasto social por inversión en educación en Ecuador se sitúa por debajo del 6% del PIB establecido en las políticas del Plan Decenal de Educación 2006–2015 y de la UNESCO, institución que establece una relación gasto/PIB de 6% como la tasa óptima del gasto en Educación (Guamán, 2017).

Todos los textos constitucionales desde los inicios republicanos hasta la actualidad la consideran un derecho fundamental y gratuito para todos los ecuatorianos. En el país el ente rector de las políticas educativas en la es el Ministerio de Educación y Cultura. Es importante concluir que previo al inicio del periodo del último gobierno la educación ecuatoriana se caracterizaba por:

- Un escaso acceso hacia la educación y muy poca equidad.
- Una educación de pobre calidad, en la cual se encuentran currículos no pertinentes y con casi nula aplicación de las TIC (Tecnologías de la Información y la comunicación).

MARCO LEGAL

Art. 12.- Principios del Sistema. - El sistema de educación superior se rige por los principios de autonomía responsable y gobernanza conjunta. Oportunidades iguales. Calidad, pertinencia, inclusividad y autodeterminación

para la producción de ideas y conocimientos a través del diálogo del conocimiento, el pensamiento universal y la producción de ciencia y tecnología global. Estos principios gobiernan toda la institución. Agentes, procesos, estándares, recursos y demás componentes del sistema, sujeto a las condiciones que establece esta ley.

Art. 13.- Funciones del Sistema de Educación Superior. - Son funciones del Sistema de Educación Superior:

a) Garantizamos el derecho a la educación superior y mejoramos la calidad a través de la educación, la investigación y las relaciones sociales.

Excelencia y pertinencia académica:

b) Promover la creación, desarrollo, comunicación y difusión de la ciencia, la tecnología, la tecnología y la cultura.

c) Formar académicos, científicos y profesionales responsables, éticos y solidarios para participar en la sociedad, de manera adecuada para la producción y aplicación de conocimientos y métodos científicos, así como la creación y promoción de la cultura y las artes. Capacitación:

d) Desarrollo de la educación e investigación científica en todos los niveles y modalidades de los sistemas de capacitación:

e) Evaluación, acreditación, clasificación y procedimientos para la base del sistema de educación superior, sus programas y carreras. Garantizar la independencia y la ética en.

f) Velar por el respeto a la autonomía responsable de la universidad.

g) Asegurar la gobernanza general en universidades y escuelas politécnicas.

h) Promover la admisión de personal docente y administrativo en base a los concursos abiertos previstos por la Constitución.

i) Mejorar y diversificar las oportunidades para actualizar a los jugadores y desarrollar experiencia en el sistema.

j) Garantizar las condiciones necesarias para que las personas con discapacidad puedan ejercer el derecho a desarrollar actividad, potencialidades y habilidades:

k) Promover Mecanismos asociativos con atribuciones a nivel mundial y promover el desarrollo. Cultura e inteligencia del pueblo y pueblo del Ecuador en un marco multicultural:

m) Promover el respeto a los derechos de la naturaleza, preservación de un medio ambiente sano, educación ambiental y cultural.

n) Asegurar la formación de pensamientos y conocimientos claramente expresados en el pensamiento universal. Cuando.

ñ) Garantizar el nivel óptimo de calidad en la formación y la investigación.

Art. 14.- Son instituciones del Sistema de Educación Superior:

a) Las universidades, escuelas politécnicas públicas y particulares, debidamente evaluadas y acreditadas. conforme la presente Ley; y.

b) Los institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores,

Art. 15.- Organismos públicos que rigen el Sistema de Educación Superior. - Los organismos públicos que rigen el Sistema de Educación Superior son: a) El Consejo de Educación Superior (CES); y, b) El Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación (CACES).

Art. 16.- Organismos de consulta del Sistema de Educación Superior. -
Los organismos de consulta del Sistema de Educación Superior son: la
Asamblea del Sistema de Educación Superior y los Comités Regionales
Consultivos de Planificación de la Educación Superior.

CAPITULO III

Metodología

Data Envelopment Analysis es una de las metodologías utilizadas para analizar la efectividad del gasto público. Según Velástegui (2018), este modelo, propuesto por Rhodes en 1978, asocia la suma de las ponderaciones de entrada con la suma de las ponderaciones de salida de cada unidad de decisión (DMU) y calcula las ponderaciones mediante una optimización lineal del modelo. Para Boueri et al., (2014, p. 8) “Los principios del método DEA se basan en la definición física de eficiencia, que viene determinada por la relación entre los insumos utilizados y el producto elaborado”; el número máximo posible para un número determinado de entradas. La eficiencia se logra cuando se fabrican las unidades.

En este sentido, gracias al método DEA, el producto en este caso es enfatizado por la población a través de asignaciones específicas de gasto social (para salud y educación) y se detalla en la siguiente ecuación que debe maximizarse:

Ecuación (7):

$$Max_{u, v_h} = \frac{\sum_{r=1}^o U_r Y_r}{\sum_{r=1}^i V_i X_i}$$

Donde:

h : medición de eficiencia.

Y_{ij} : producto a la i -ésima de las universidades a la j -ésima.

X_{ij} : insumo a la i -ésima de las universidades a la j -ésima.

V_i, U_r : la ponderación de los inputs y outputs.

La metodología de análisis de datos envolventes (DEA) sigue el proceso de determinar "cada entrada y el valor del coeficiente de cada producto que maximiza la eficiencia de cada DMU".(Silber-Varod, Eshet-Alkalai, & Geri, 2016).

Diseño del trabajo de investigación

Para realizar el diseño el objetivo planteado fue el ***Determinar la relación entre la Eficiencia Técnica en la utilización de los recursos productivos en las Instituciones Públicas de Educación Superior por medio de un modelo econométrico que relacione la eficiencia y la evaluación en 2019.*** Seleccionando para realizar ajustes un marco metodológico con mayor evidencia empírica en la evaluación del desempeño organizacional. El marco consta de fases interrelacionadas como la estructura de datos, el modelo de desempeño, el modelo de resultados, la evaluación y el resultado (Emrouznejad y De Witte, 2010).

Población de estudio

El conjunto de instituciones públicas de Ecuador en 2019 es de 68, con un informe de revisiones institucionales de universidades y politécnicos publicados. Son claras las deficiencias y problemas que son condición del funcionamiento de las instituciones académicas y afectan a las universidades del Ecuador” (Consejo de Educación Superior, 2013).

Esta investigación se realizó teniendo en cuenta a 54 instituciones públicas de educación superior. Los DMU (actores de eficiencia) escogidos forman parte del ámbito del sector educación y se dividen en diversas categorías de la A - D según los datos obtenidos por CACES en el año 2019 (Consejo de Educación Superior, 2013).

Definición de fuentes y Variables

Para definir un modelo, es necesario recopilar la información de los principales perfiles del Ministerio de Educación ecuatoriano, se agrupan diversos indicadores recogidos por el CACES.

Se creó una base de datos tipo tablero para ayudar a indexar el país y el año en cuestión y obtener un promedio simple de cada variable para 2019.

Entrada de data

La problemática que se suscita a la hora de ingresar los datos como escasez informativa e información inexacta es muy común y no muy tratada (Amir, 2010).

Para corregirla se deben realizar procedimientos de reemplazo como el BCC y CCR puesto que la información incompleta puede distorsionar y reducir la interpretabilidad de los métodos estadísticos, reducir la eficiencia de la etapa de inferencia e incluso obstaculizar los resultados de la investigación (Alvarado, 2015). Los procedimientos de entrada más utilizados limitan o sobrestiman el poder explicativo del modelo, generan estimaciones sesgadas que distorsionan las relaciones causales entre variables, menores varianzas para generar estimaciones y relaciones de fase, cambiar el valor del número (Vázquez, 2011).

Existen técnicas para imponer múltiples valores para manejar los datos faltantes como la extracción de variables con atipicidad de datos, los cuales que se pueden dividir en un solo método de imposición y múltiples métodos de entrada (Muñoz y Álvarez, 2019). Para métodos de asignación simples, los valores faltantes se especifican como un solo valor, pero para muchos métodos de asignación, se calculan múltiples opciones, generalmente ordenadas por probabilidad (Medina y Galván, 2007).

Para incluir un centro educativo sin valor en el estudio, los datos se ingresaron utilizando el método de justificación (Alvarado, 2015). El ejercicio se realiza utilizando la función en un programa SPSS (Álvarez y Muñoz, 2019).

Asignación Presupuestaria y Autogestión
 Tabla 2

CES – Gasto Público en Instituciones de Educación Superior

	Ejecución de Presupuesto Público	Auto gestión Conglom.
Media	82.48%	7.56%
Mediana	86.74%	5.68%
Mín.	32.41%	0%
Máx.	98.46%	7.76%
(%) Nivel de significancia:	6.17%	3.59%

Por medio de demandas competitivas de dinero público, es importante que los recursos para la educación se utilicen de manera eficiente: ha habido pocos intentos de evaluar los costos de la ineficiencia en la educación, y la información proporcionada por el CACES nos indican los parámetros existentes de la situación de la educación superior de universidades públicas e institutos la cual estima una media de ejecución presupuestaria para el 2019 de 82.48% y su mediana es de 86.74% es decir que las universidades no hacen uso de todo el presupuesto asignado en el periodo. Así también dentro de las Instituciones de Educación Superior la Escuela Superior Politécnica del Litoral es la que tiene el nivel máximo de ejecución presupuestaria del 98,46% y una autogestión de 1.76% (los fondos que produce autónomamente producto de su actividad). El valor mínimo de ejecución lo tiene el Instituto Tecnológico Aguirre A. con 32.41% de ejecución presupuestaria en el periodo y 0% en términos de autogestión.

Análisis del proceso de eficiencia técnica

Dentro de los más relevantes problemas de metodología al utilizar un modelo análisis envolvente de datos está el identificar correctamente las variables de entrada y salida (Becerra, 2016).

Se escogieron las entradas y salidas en esta investigación en base a la revisión literaria (Martín, 2017). Se han observado estándares para que sean exclusivos y exhaustivos (Herrero, 2016).

Selección de entradas y salidas del modelo

Se estableció por medio de la revisión documental 16 variables inputs (entrada) y 9 outputs (salida) son el resultado de la disponibilidad de información para el tema en cuestión basada en los datos presentados por la CACES en 2019 (Consejo de Educación, 2019).

Tabla 3

Selección de inputs/outputs para el estudio de Eficiencia Técnica en el Sector Educativo

Variables	Indicadores	Tipo de variables
Gestión	Cant. TIC para estudiantado universitario/ Estudiantado universitario	Input
	Cant. Biblioteca en línea disponible/Cant. Estudiantado universitario	
	Cant. Trabajadores Cualificados /Cant. Trabajadores	
Investigación	Cant. Profesores investigación/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores investigación/Cant. Profesores PHD	
	Estudiantado universitario investigadores/Cant. Estudiantado universitario	
Docencia	Cant. Profesores PHD/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores master/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores principales/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores TC/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores TP/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores capacitación/Cant. Profesores	
	Cant. Profesores/ Cant. Estudiantado universitario	
	Cant. Profesores PHD/Cant. Estudiantado universitario	
	Cant. Profesores TC/Cant. Estudiantado universitario	
Cant. Profesores TP/Cant. Estudiantado universitario		
Investigación	Cant. Publicaciones libros / Cant. Profesores	Output
	Cant. Revisión en Revistas/ Cant. Profesores	
	Cant. Revistas no indexadas/ Cant. Profesores	
	Cant. investigaciones terminadas/ Cant. Profesores	
Medio externo	Cant. Profesores participantes en vinculación/ Cant. Profesores	
	Cant. Proyectos de Vinculación social/ Cant. Profesores	
	Cant. Estudiantado universitario vinculación social / Cant. Estudiantado universitario	
	Cant. Estudiantado universitario con vinculación social/Cant. Profesores con Participación en vinculación	
Gestión	Monto de I+D 2019 / Presupuesto 2019	

Nota: Los inputs afectan desempeños en DMU y los outputs son beneficios de ese desempeño.

Una vez realizada la definición de las variables se aplicaron las pruebas establecidas por Muria (2006) Golany (1978); Cooper et al. (1997); que infieren sobre el porcentaje más adecuado entre el número de Unidades y variables.

Se visualiza que el número de variables consideradas en la aplicación de las 3 rules excede los respectivos criterios sin respetar las condiciones presentadas por cada autor. El número de unidad no se puede modificar, por lo que se agrupan para reducir el número de cada variable utilizada (Kristjan, 2016).

Las pruebas realizadas sobre el número de variables utilizadas han establecido que el número de entradas y salidas es igual o menos que el número de unidad a ser evaluada, por lo que se utilizan cuatro entradas y tres salidas.

Tabla 4
Prueba sobre la cantidad de variables

Autor	Condición	Prueba	Resultado
1978 Golany y Roll	$2(o + i) \leq n$	$2(3 + 4) \leq 54$	$14 \leq 54$
1997 Charnes, Lewin, Cooper	$3(o + i) \leq n$	$3(9 + 16) \leq 54$	$75 \leq 54$
2006 Murias	$o * i \leq n$	$9 * 16 \leq 54$	$144 \leq 54$

Nota: o = output; i = input; n = cantidad total de DMU.

Para los inputs los componentes: X1: Investigación-Gestión-Docencia, x2: Investigación-Docencia, x3: Docencia, x4: Gestión-Docencia.

Para los outputs, los componentes: y1: Medio Externo-Investigación, y2: Investigación y y3: Gestión-Medio Externo.

Modelo Orientado

La eficiencia se puede clasificar según 2 enfoques básicos en los que se puede clasificar un modelo, dependiendo de los tipos de variables que se pueda controlar con más detalle (Dzeng y Wu, 2013).

Output orientado

Dado el nivel de insumos, el máximo aumento proporcional de las salidas se mantiene dentro del rango de productividad (Coll y Blasco, 2006).

El grado de ineficiencia de unidades se estima porque los recursos de las unidades ineficientes pueden reducirse a los niveles correspondientes de unidades eficientes para el mismo nivel de producción (Martín, 2008).

En la educación, en lugar de reducir el siguiente nivel de control restringido de la producción, se logran los mejores resultados, es decir, mayores niveles de producción a partir de los recursos disponibles, es común enfocarse en el logro (Badenes, 2017) (León, 2017).

Input orientado

A nivel de producción, la máxima reducción proporcional del vector de entradas (Vázquez, 2011), manteniéndose a la vanguardia de la productividad. Las ineficiencias de las unidades se estiman utilizando los mismos recursos y aumentando el puntaje de las unidades con bajo desempeño hasta alcanzar el correspondiente nivel de unidades eficientes (Buitrago et al., 2010).

Evaluación según Orden de Metodología

Booststrap para el Análisis de sensibilidad

El modelo de análisis envolvente de datos, es característico porque los resultados muestran sensibilidad a las propiedades de una muestra. Si hay incertidumbre en los límites de observación, la manera de aplicar el modelo CCR en la dirección de salida puede generar resultados inexactos (DUFRECHOU, 2016).

Se utilizó SPSS para solucionar este problema por medio de un método de remuestreo para estimar una distribución dentro del muestreo del estadístico (varianza o sesgo aproximado, ejecución de intervalos de confianza y prueba de hipótesis) como medio para el análisis de la sensibilidad de mediciones de eficiencia del DEA para variaciones de muestreo.

Se utilizó un bootstrap con 3000 iteraciones a un nivel de significancia del 95% para institutos públicos de educación superior (DMUs) usando el análisis envolvente de datos para analizar cambios en la eficiencia técnica con consideración explícita de la calidad de los datos y calcular indicadores de desempeño técnico.

Tabla 5

Estadísticos de remuestreo

Método de remuestreo:	Remuestreo
Tamaño muestras:	54
Cantidad de muestras:	7
(%) Nivel de significancia:	95

Nota. Se describen los remuestreos utilizados.

Tabla 6

Estadística descriptiva del bootstrapping

Imputs y Outputs	Cant.	Obs. con data perdida	Obs. sin data perdida	Min	Max	Mean	Desv. Est.	Lím. Superior	Lím. Inferior
x1	54	0	54	0.01	4.04	0.697	0.72	-0.6935	2.0895
x2	54	0	54	0.013	2.263	0.806	0.585	-0.34065	1.94863
x3	54	0	54	0.022	2.794	0.785	0.613	-0.41651	1.98251
x4	54	0	54	0.041	2.792	0.784	0.62	-0.4105	1.9805
y1	54	0	54	0.002	4.989	0.603	0.787	-0.93843	2.15443
y2	54	0	54	0.001	3.564	0.671	0.734	-0.7687	2.1127
y3	54	0	54	0.005	6.157	0.504	0.85	-1.1797	2.1917

Nota: Estadístico de remuestreo

Tabla 7

Resultados del remuestreo

Sample x1	Sample x2	Sample x3	Sample x4	Sample y1	Sample y2	Sample y3
0.744	0.046	0.112	0.223	0.556	0.223	0.635
1.211	0.744	0.998	0.142	0.142	0.572	0.519
0.004	0.23	1.079	1.079	0.142	1.211	0.556
0.633	0.998	0.635	0.112	0.274	0.449	0.363
0.572	0.152	1.264	0.227	1.226	0.227	0.112
0.633	0.828	0.633	0.541	1.264	0.01	1.211
0.572	0.499	0.998	0.62	2.207	0.046	0.046
0.322	0.499	0.616	0.167	0.519	0.556	0.01
0.677	0.092	0.343	0.628	0.519	0.572	1.264
4.029	0.23	0.301	0.046	0.541	0.669	0.635
0.112	0.152	0.541	0.841	0.541	0.635	0.354
0.633	1.226	2.243	0.301	0.677	0.677	1.084
0.628	0.519	0.171	0.227	0.507	0.572	0.343
0.004	0.274	0.677	0.363	4.029	0.62	1.264
0.669	0.556	0.628	0.112	0.583	0.583	0.887
0.867	0.189	0.167	0.046	0.142	0.004	2.481
0.887	1.084	1.115	0.499	0.046	0.354	0.677
0.301	0.171	0.301	0.142	0.541	0.322	0.633
0.092	0.189	0.616	1.211	0.499	1.021	0.001
0.583	0.274	0.556	0.004	0.048	0.62	0.841
0.744	0.322	0.189	0.142	0.628	0.322	0.841
1.084	0.572	0.363	0.556	2.207	0.867	1.084
0.004	0.449	0.633	0.301	0.048	0.23	1.084
0.23	0.616	0.092	0.004	4.029	0.62	1.211
0.633	0.274	0.363	2.481	0.152	1.211	1.021
0.23	0.171	1.021	0.499	0.572	0.046	0.669
1.084	0.449	1.115	0.507	0.23	0.556	0.628
0.556	0.363	0.635	0.142	0.004	0.048	0.223
0.841	1.115	0.046	1.084	0.152	0.669	0.633
0.046	0.301	0.004	0.189	0.171	0.887	0.635
0.828	0.171	0.048	4.029	0.112	0.828	0.62
0.669	2.481	0.867	0.556	0.583	0.227	0.541
0.841	0.189	0.62	0.519	0.092	0.616	0.112
0.677	0.004	1.084	0.301	0.499	0.519	0.669
0.507	0.152	0.556	0.046	0.828	0.556	0.669
0.142	0.349	0.677	0.744	0.572	0.744	0.669
0.354	0.887	0.841	0.322	1.079	0.841	0.62
0.349	0.152	0.633	0.046	0.274	0.616	0.583
0.62	0.004	4.029	0.867	0.142	0.583	0.635
0.142	0.171	0.004	0.343	0.449	0.223	0.449
0.004	2.207	0.004	0.343	0.167	0.23	0.669
0.01	2.481	0.998	0.004	1.021	1.079	0.343
0.519	0.227	0.867	0.519	0.046	0.867	1.211

0.354	1.115	0.048	1.264	0.507	0.541	0.669
0.189	2.243	0.004	0.635	0.152	0.541	0.048
0.048	1.211	0.343	0.142	0.519	0.62	0.349
2.481	0.635	0.541	0.004	0.223	0.349	0.142
0.046	0.354	0.507	0.62	0.867	0.556	1.211
0.274	1.115	0.841	0.23	0.354	0.167	0.887
0.628	2.481	2.243	1.264	1.211	0.62	0.343
1.264	0.628	0.507	0.092	0.633	0.572	0.669
0.171	0.998	0.274	1.226	0.048	0.23	0.519
1.079	0.828	0.507	0.171	1.264	0.223	0.227
0.635	1.079	0.363	2.481	0.274	0.583	1.115

Nota: Remuestreo con intervalos de confianza al 95%.

Relaciones entre la Evaluación de Desempeño y el modelo DEA

Se realizaron correlaciones de variables para estudiar la relación entre la eficiencia técnica y la evaluación del desempeño por parte de la DEA (Cáceres et al., 2018). La principal utilidad de la investigación de correlaciones es conocer el comportamiento de una variable o concepto cuando se sabe cómo se comportaron las otras variables relacionadas (Baptista et al, 2017).

La predicción de la correlación establece los valores aproximados de un conglomerado de datos para las variables, basándose en los valores de la variable combinada. Cuando 2 variables se relacionan y se observa el grado de asociación, es más o menos exacto que el grupo de investigación conozca el valor de una variable y el valor de la otra para la predicción (Hernández et al., 2017).

Programas para evaluar la Eficiencia Técnica

Se ha demostrado que el método de estadística que fue utilizado en cada fase de la metodología mide el desempeño técnico de las IES y generan correlaciones con los resultados de las evaluaciones institucionales realizadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior del Ecuador realizadas en 2019.

Tabla 8

Programas para evaluar la Eficiencia Técnica

Aplicativo	Importancia
SPSS	SPSS integra diversas combinaciones modelos DEA con exhaustividad, incluye la combinación del "Índice de Malmquist" y "Output indeseable".
JMP	JMP es considerada una gran herramienta para el análisis de datos.

CAPÍTULO IV

INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

Presentación de los resultados obtenidos

Los resultados de la eficiencia técnica del modelo DEA se expresan en la dirección de los outputs o salidas. De manera similar, este trabajo implementa la técnica de remuestreo en bootstrapping para analizar la relación entre la eficiencia de las DMU y la evaluación del desempeño.

El modelo evaluativo que usa el CACES resulta de mucha utilidad para la medición de la eficiencia de los IES. Sin embargo, el alcance que posee no es suficiente para la medición de la eficiencia técnica de las instituciones de educación superior y evaluar la utilización de los recursos presupuestarios asignados a los IES para su funcionamiento. Se deben utilizar otras técnicas para lograrlo (Gonzalez, 2019).

La unidad de estudio se caracteriza por una metodología DEA que utiliza el modelo de Banker-Charnes-Cooper (BCC) y el modelo de Charnes-Cooper-Rhodes (CCR), estos modelos están orientados a outputs para el hallazgo de las eficiencias: técnica, de mezcla y a escalas. Una revisión de los resultados identifica hasta qué punto es necesario mejorar los productos de IES (Institutos de Educación Superior) menos eficaces y las posibles causas de esta ineficacia. El centro de investigación es un elemento importante en la formación del capital humano necesario para medir la eficiencia de su producción (Barea et al., 2018).

Variables del estudio

Dentro de la **Tabla 9** se observan los puntajes de eficiencia media para el modelo de CCR de los 54 institutos públicos de educación superior. Se visualiza que 16 IES de los 54 poseen eficiencia técnica pura pues obtuvieron 100 por ciento en su puntaje de eficiencia.

Los conjuntos referentes representan a cada una de las IES comparadas con otras que poseen características similares lo que las vuelve referentes. Se da la observación a estas IES de seguir el ejemplo de sus referentes en transferencia imput-output en adopción de técnica y política del proceso productivo.

La **Tabla 9** muestra la eficiencia de cada DMU y sus conjuntos de referencia. Las puntuaciones de DMUs oscilan entre el 8,69% y el 100%. 16 DMUs son eficientes, mientras que 38 de DMUs son ineficientes. De la universidad Tecnológica Indoamérica tiene la menor puntuación de eficiencia. La media de las puntuaciones es 59,68% y la desviación estándar es 0,333.

Tabla 9

CCR resultados y conjuntos de referencia

DMU	Puntaje de Eficiencia	Conjuntos Referentes				
UN1	100.00%					
UN2	79.77%		UN37(1.32)			UN21(0.67)
UN3	76.69%	UN44(0.24);	UN22(0.5)	UN54(0.2)		UN5(0.07)
UN4	38.31%	UN22(0.17);	UN12(0.09)	UN44(0.13)	UN54(0.04)	UN5(0.44)
UN5	100.00%					
UN6	100.00%					
UN7	100.00%					
UN8	100.00%					
UN9	11.11%	UN22(0.72);	UN12(0.28)	UN38(0.43)		UN5(0.15)
UN10	50.29%	UN38(0.36)	UN33(0.11)			UN22(0.14)
UN11	38.05%	UN38(0.12)	UN37(1.03)			UN22(0.92)
UN12	100.00%					
UN13	32.74%	UN37(1.3);	UN21(0.21)	UN38(0.04)		UN1(0.18)
UN14	60.74%	UN38(0.29);	UN37(0.58)	UN43(0.41)		UN1(0.05)
UN15	100.00%					
UN16	90.35%	UN38(0.13)	UN37(0.02)			UN22(0.97)
UN17	27.95%		UN37(2.44)			UN21(0.04)
UN18	100.00%					
UN19	22.80%	UN33(0.10);	UN22(2.1)	UN38(0.17)	UN44(1)	UN12(0.04)
UN20	10.54%	UN37(0.29);	UN22(2.11)	UN38(0.08)	UN44(1.98)	UN12(0.12)
UN21	100.00%					UN54(0.47)
UN22	100.00%					
UN23	38.97%	UN54(0.11)	UN37(1.78)			UN1(0.09)
UN24	47.19%	UN37(0.24);	UN5(0.23)	UN38(0.2)	UN43(0.06)	UN1(0.2)
UN25	43.05%	UN37(0.80)	UN21(0.38)			UN1(0.03)
UN26	8.67%	UN38(0.17)	UN33(0.78)			UN22(0.31)

UN27	69.02%	UN15(0.28); UN12(0.15)	UN33(0.12)	UN1(0.11)
UN28	37.80%	UN38(0.45); UN37(0.36)	UN43(0.36)	UN1(0.07)
UN29	28.34%	UN38(0.43) UN33(0.46)		UN22(1.08)
UN30	19.59%	UN37(2.45); UN15(0.19)	UN38(0.19)	UN1(0.1)
UN31	25.20%	UN54(0.47) UN38(0.04)		UN37(0.88)
UN32	38.94%			UN38(0.02)
UN33	100.00%			
UN34	38.15%	UN38(0.21) UN21(0.28)		UN1(0.15)
UN35	73.95%	UN37(1.09); UN15(2.61)	UN38(0.24)	UN1(0.24)
UN36	9.99%	UN38(0.47) UN37(2.66)		UN21(0.14)
UN37	100.00%			
UN38	100.00%			
UN39	55.55%	UN33(0.11); UN22(0.08)	UN38(0.15) UN44(0.05)	UN12(0.08)
UN40	99.21%	UN44(1.15) UN15(0.26)		UN1(0.03)
UN41	14.37%	UN38(0.34); UN37(2.01)	UN43(0.12)	UN1(0.08)
UN42	53.68%	UN37(0.65); UN22(0.42)	UN38(0.14) UN44(0.22)	UN12(0.11) UN54(0.13)
UN43	100.00%			
UN44	100.00%			
UN45	32.06%	UN22(0.27); UN12(0.14)	UN37(0.01) UN38(0.06)	UN5(0.14) UN44(0.59)
UN46	28.24%	UN38(0.28) UN37(0.43)		UN21(0.54)
UN47	73.05%	UN38(0.16); UN37(0.26)	UN54(0.12)	UN22(0.38)
UN48	24.93%	UN12(0.31); UN6(0.11)	UN33(0.01) UN37(0.7)	UN1(0.08)
UN49	39.09%	UN38(0.23) UN37(0.23)		UN22(0.36)
UN50	45.07%	UN38(0.26) UN12(0.16)		UN1(0.05)
UN51	92.33%	UN22(0.34); UN12(0.2)	UN38(0.22)	UN5(0.14)
UN52	29.00%	UN22(0.29); UN12(0.43)	UN37(0.98) UN38(0.18)	UN5(0.17) UN44(0.08)
UN53	17.34%	UN37(0.54); UN15(0.24)	UN38(0.05) UN54(0.27)	UN1(0.08)
UN54	100.00%			

Nota: El software SPSS fue utilizado para el análisis.

BCC resultados

La **Tabla 10** estima el puntaje promediado de eficiencia del modelo BCC para las IES (54). En este modelo se estima que 21 IES de 54 son consideradas poseedoras de eficiencia con un puntaje eficiente de 100 puntos porcentuales.

Varias de los IES poseen puntajes mayores al 70%. De la Universidad Central Del Ecuador UCE (Quito) tiene un puntaje eficiente de 79,77%; de la Universidad Estatal De Milagro UNEMI (Milagro) tiene un puntaje eficiente de 76,69%; de la Universidad Técnica De Ambato UTA (Ambato) tiene un puntaje eficiente de 90,35%, la Universidad Técnica De Machala UTMACH (Machala) tiene un puntaje eficiente de 73,95%; de la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE (Sangolquí). tiene un puntaje eficiente de 92,33%; de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral ESPOL (Guayaquil). tiene un puntaje eficiente de 99,21%.

Los puntajes promedio obtenidos por las IES oscilan entre el 8,67% y el 100 por ciento. Respecto de las 54 universidades e institutos técnicos se

logra visualizar que 33 de estos centros de educación superior poseen ineficiencia.

Tabla 10

BCC resultados y conjuntos de referencia

DMU	Puntaje de Eficiencia	Conjuntos Referentes
UN1	100.00%	
UN2	100.00%	
UN3	100.00%	
UN4	38.31%	UN22(0.17); UN12(0.09) UN44(0.13) UN54(0.04) UN5(0.44)
UN5	100.00%	
UN6	100.00%	
UN7	100.00%	
UN8	100.00%	
UN9	11.11%	UN22(0.72); UN12(0.28) UN38(0.43) UN5(0.15)
UN10	50.29%	UN38(0.36) UN33(0.11) UN22(0.14)
UN11	38.05%	UN38(0.12) UN37(1.03) UN22(0.92)
UN12	100.00%	
UN13	32.74%	UN37(1.3); UN21(0.21) UN38(0.04) UN1(0.18)
UN14	60.74%	UN38(0.29); UN37(0.58) UN43(0.41) UN1(0.05)
UN15	100.00%	
UN16	100.00%	
UN17	27.95%	UN37(2.44) UN21(0.04)
UN18	100.00%	
UN19	22.80%	UN33(0.10); UN22(2.1) UN38(0.17) UN44(1) UN12(0.04)
UN20	10.54%	UN37(0.29); UN22(2.11) UN38(0.08) UN44(1.98) UN12(0.12) UN54(0.47)
UN21	100.00%	
UN22	100.00%	
UN23	38.97%	UN54(0.11) UN37(1.78) UN1(0.09)
UN24	47.19%	UN37(0.24); UN5(0.23) UN38(0.2) UN43(0.06) UN1(0.2)
UN25	43.05%	UN37(0.80) UN21(0.38) UN1(0.03)
UN26	8.67%	UN38(0.17) UN33(0.78) UN22(0.31)
UN27	69.02%	UN15(0.28); UN12(0.15) UN33(0.12) UN1(0.11)
UN28	37.80%	UN38(0.45); UN37(0.36) UN43(0.36) UN1(0.07)
UN29	28.34%	UN38(0.43) UN33(0.46) UN22(1.08)
UN30	19.59%	UN37(2.45); UN15(0.19) UN38(0.19) UN1(0.1)
UN31	25.20%	UN54(0.47) UN38(0.04) UN37(0.88)
UN32	38.94%	UN38(0.02)
UN33	100.00%	
UN34	38.15%	UN38(0.21) UN21(0.28) UN1(0.15)
UN35	73.95%	UN37(1.09); UN15(2.61) UN38(0.24) UN1(0.24)
UN36	9.99%	UN38(0.47) UN37(2.66) UN21(0.14)
UN37	100.00%	
UN38	100.00%	
UN39	55.55%	UN33(0.11); UN22(0.08) UN38(0.15) UN44(0.05) UN12(0.08)
UN40	100.00%	
UN41	14.37%	UN38(0.34); UN37(2.01) UN43(0.12) UN1(0.08)
UN42	53.68%	UN37(0.65); UN22(0.42) UN38(0.14) UN44(0.22) UN12(0.11) UN54(0.13)
UN43	100.00%	
UN44	100.00%	
UN45	32.06%	UN22(0.27); UN12(0.14) UN37(0.01) UN38(0.06) UN5(0.14) UN44(0.59)
UN46	28.24%	UN38(0.28) UN37(0.43) UN21(0.54)
UN47	73.05%	UN38(0.16); UN37(0.26) UN54(0.12) UN22(0.38)
UN48	24.93%	UN12(0.31); UN6(0.11) UN33(0.01) UN37(0.7) UN1(0.08)
UN49	39.09%	UN38(0.23) UN37(0.23) UN22(0.36)
UN50	45.07%	UN38(0.26) UN12(0.16) UN1(0.05)
UN51	100.00%	
UN52	29.00%	UN22(0.29); UN12(0.43) UN37(0.98) UN38(0.18) UN5(0.17) UN44(0.08)
UN53	17.34%	UN37(0.54); UN15(0.24) UN38(0.05) UN54(0.27) UN1(0.08)
UN54	100.00%	

Nota: El software SPSS fue utilizado para el análisis.

ACP para variables de entrada

Se procede a realizar el análisis de componentes principales, el cual inicia generando en el programa SPSS la matriz de correlaciones con **H0: matriz de identidad**, por medio del test de Barlett, al ser menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, es decir, la matriz no es de identidad.

Tabla 11

Matriz de correlaciones

		DOC1	DOC2	DOC3	DOC4	DOC5	DOC6	DOC7	DOC8	DOC9	DOC10	INV1	INV2	INV3	GES1	GES2	GES3
Correlación	DOC1	1,000	,114	-,175	-,099	,035	,261	,135	,908	-,055	,332	,304	-,261	,164	,027	,274	,374
	DOC2	,114	1,000	,093	,235	,037	,668	-,060	-,024	,180	-,039	,111	-,066	-,058	-,009	,048	-,107
	DOC3	-,175	,093	1,000	,445	,329	,181	-,386	-,233	,251	,066	,140	,445	-,053	-,129	-,163	-,402
	DOC4	-,099	,235	,445	1,000	-,022	,292	-,389	-,177	,730	-,114	,300	,319	-,065	-,146	-,206	-,351
	DOC5	,035	,037	,329	-,022	1,000	,145	-,243	,055	-,091	,770	,096	,072	,003	-,016	-,212	,035
	DOC6	,261	,668	,181	,292	,145	1,000	-,108	,151	,126	,150	,169	,118	-,047	-,018	-,056	-,029
	DOC7	,135	-,060	-,386	-,389	-,243	-,108	1,000	,359	-,102	,009	-,125	-,278	,077	-,021	,601	,623
	DOC8	,908	-,024	-,233	-,177	,055	,151	,359	1,000	-,090	,413	,159	-,234	,219	,024	,374	,480
	DOC9	-,055	,180	,251	,730	-,091	,126	-,102	-,090	1,000	,003	,389	,183	-,014	-,189	,076	-,073
	DOC10	,332	-,039	,066	-,114	,770	,150	,009	,413	,003	1,000	,164	-,052	,157	,041	,043	,415
	INV1	,304	,111	,140	,300	,096	,169	-,125	,159	,389	,164	1,000	,194	,149	-,096	,311	,102
	INV2	-,261	-,066	,445	,319	,072	,118	-,278	-,234	,183	-,052	,194	1,000	-,028	-,063	-,201	-,301
	INV3	,164	-,058	-,053	-,065	,003	-,047	,077	,219	-,014	,157	,149	-,028	1,000	,002	,262	,179
	GES1	,027	-,009	-,129	-,146	-,016	-,018	-,021	,024	-,189	,041	-,096	-,063	,002	1,000	-,056	-,022
	GES2	,274	,048	-,163	-,206	-,212	-,056	,601	,374	,076	,043	,311	-,201	,262	-,056	1,000	,422
	GES3	,374	-,107	-,402	-,351	,035	-,029	,623	,480	-,073	,415	,102	-,301	,179	-,022	,422	1,000
	Sig. (unilateral)	DOC1		,206	,103	,237	,402	,028	,166	,000	,347	,007	,013	,028	,119	,423	,023
DOC2		,206		,252	,044	,395	,000	,334	,433	,096	,388	,211	,318	,339	,475	,364	,221
DOC3		,103	,252		,000	,008	,096	,002	,045	,033	,316	,156	,000	,351	,177	,119	,001
DOC4		,237	,044	,000		,439	,016	,002	,100	,000	,206	,014	,009	,320	,146	,068	,005
DOC5		,402	,395	,008	,439		,148	,038	,346	,257	,000	,246	,302	,490	,453	,062	,401
DOC6		,028	,000	,096	,016	,148		,219	,138	,183	,140	,110	,199	,367	,448	,343	,417
DOC7		,166	,334	,002	,002	,038	,219		,004	,232	,474	,184	,021	,291	,439	,000	,000
DOC8		,000	,433	,045	,100	,346	,138	,004		,260	,001	,125	,044	,056	,433	,003	,000
DOC9		,347	,096	,033	,000	,257	,183	,232	,260		,492	,002	,093	,460	,086	,292	,300
DOC10		,007	,388	,316	,206	,000	,140	,474	,001	,492		,118	,354	,129	,384	,378	,001
INV1		,013	,211	,156	,014	,246	,110	,184	,125	,002	,118		,079	,142	,245	,011	,232
INV2		,028	,318	,000	,009	,302	,199	,021	,044	,093	,354	,079		,421	,326	,073	,013
INV3		,119	,339	,351	,320	,490	,367	,291	,056	,460	,129	,142	,421		,495	,028	,098
GES1		,423	,475	,177	,146	,453	,448	,439	,433	,086	,384	,245	,326	,495		,344	,437
GES2		,023	,364	,119	,068	,062	,343	,000	,003	,292	,378	,011	,073	,028	,344		,001
GES3		,003	,221	,001	,005	,401	,417	,000	,000	,300	,001	,232	,013	,098	,437	,001	

a. Determinante = 7,63E-005

Tabla 12
Inversión de Matriz de Correlaciones

Inversión de matriz de correlaciones																
	DOC1	DOC2	DOC3	DOC4	DOC5	DOC6	DOC7	DOC8	DOC9	DOC10	INV1	INV2	INV3	GES1	GES2	GES3
DOC1	14,006	-1,133	-,813	1,498	,679	-,814	3,723	-13,566	-,102	1,669	-2,543	1,728	,539	-,087	,853	-1,404
DOC2	-1,133	2,305	,208	,025	-,583	-1,546	-,239	1,316	-,429	,482	,280	,256	-,056	-,069	-,449	,271
DOC3	-,813	,208	1,988	-,640	-1,018	-,121	,021	,847	-,050	,289	,358	-,614	-,026	,101	-,550	,409
DOC4	1,498	,025	-,640	3,776	-,185	-,757	,903	-1,823	-2,435	1,020	-,376	,094	-,031	-,023	,592	,027
DOC5	,679	-,583	-1,018	-,185	4,914	,340	-,260	,272	1,214	-4,458	-,673	,355	,229	,322	,729	,852
DOC6	-,814	-1,546	-,121	-,757	,340	2,440	-,332	,413	,620	-,699	-,025	-,418	,079	,047	,276	-,024
DOC7	3,723	-,239	,021	,903	-,260	-,332	4,092	-3,987	-,547	1,460	,293	,234	,369	-,028	-1,227	-1,885
DOC8	-13,566	1,316	,847	-1,823	,272	,413	-3,987	15,064	,665	-3,050	2,213	-1,406	-,614	,141	-1,062	1,408
DOC9	-,102	-,429	-,050	-2,435	1,214	,620	-,547	,665	3,166	-1,543	-,524	,049	,140	,247	-,157	,102
DOC10	1,669	,482	,289	1,020	-4,458	-,699	1,460	-3,050	-1,543	6,206	,167	-,002	-,216	-,426	-,279	-1,971
INV1	-2,543	,280	,358	-,376	-,673	-,025	,293	2,213	-,524	,167	2,268	-,683	-,121	,004	-1,149	-,265
INV2	1,728	,256	-,614	,094	,355	-,418	,234	-1,406	,049	-,002	-,683	1,699	,009	,000	,377	,095
INV3	,539	-,056	-,026	-,031	,229	,079	,369	-,614	,140	-,216	-,121	,009	1,173	,007	-,307	-,136
GES1	-,087	-,069	,101	-,023	,322	,047	-,028	,141	,247	-,426	,004	,000	,007	1,085	,049	,194
GES2	,853	-,449	-,550	,592	,729	,276	-1,227	-1,062	-,157	-,279	-1,149	,377	-,307	,049	2,592	,172
GES3	-1,404	,271	,409	,027	,852	-,024	-1,885	1,408	,102	-1,971	-,265	,095	-,136	,194	,172	3,034

La **Tabla 13**, muestra la medida para adecuar la muestra de Kaiser Meyer y Olkin la cual da el criterio para saber si se debe o no realizar el análisis de componentes principales, se observa que es de 0,538, es decir que existe correcta posibilidad de realizar el análisis.

Respecto de la realización de la prueba de Bartlett para esfericidad con un chi cuadrado $\chi^2 = 444.014$ nos da una significancia de 0,00. Respecto del valor crítico el test realizado por Bartlett, cuando es igual o menor un alfa de 0,05 da pertinencia científica a la correlación entre las variables estudiadas.

Tabla 13
Prueba KMO-Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,538
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	444,014
	gl	120
	Sig.	,000

Tabla 14
Matriz Anti-Imagen

Matrices anti-imagen

		DOC1	DOC2	DOC3	DOC4	DOC5	DOC6	DOC7	DOC8	DOC9	DOC10	INV1	INV2	INV3	GES1	GES2	GES3
Covarianza anti-imagen	DOC1	,071	-,035	-,029	,028	,010	-,024	,065	-,064	-,002	,019	-,080	,073	,033	-,006	,024	-,033
	DOC2	-,035	,434	,045	,003	-,051	-,275	-,025	,038	-,059	,034	,054	,065	-,021	-,028	-,075	,039
	DOC3	-,029	,045	,503	-,085	-,104	-,025	,003	,028	-,008	,023	,079	-,182	-,011	,047	-,107	,068
	DOC4	,028	,003	-,085	,265	-,010	-,082	,058	-,032	-,204	,044	-,044	,015	-,007	-,006	,061	,002
	DOC5	,010	-,051	-,104	-,010	,203	,028	-,013	,004	,078	-,146	-,060	,043	,040	,060	,057	,057
	DOC6	-,024	-,275	-,025	-,082	,028	,410	-,033	,011	,080	-,046	-,004	-,101	,027	,018	,044	-,003
	DOC7	,065	-,025	,003	,058	-,013	-,033	,244	-,065	-,042	,057	,032	,034	,077	-,006	-,116	-,152
	DOC8	-,064	,038	,028	-,032	,004	,011	-,065	,066	,014	-,033	,065	-,055	-,035	,009	-,027	,031
	DOC9	-,002	-,059	-,008	-,204	,078	,080	-,042	,014	,316	-,079	-,073	,009	,038	,072	-,019	,011
	DOC10	,019	,034	,023	,044	-,146	-,046	,057	-,033	-,079	,161	,012	,000	-,030	-,063	-,017	-,105
	INV1	-,080	,054	,079	-,044	-,060	-,004	,032	,065	-,073	,012	,441	-,177	-,045	,002	-,196	-,039
	INV2	,073	,065	-,182	,015	,043	-,101	,034	-,055	,009	,000	-,177	,589	,005	2,361E-	,086	,019
															5		
	INV3	,033	-,021	-,011	-,007	,040	,027	,077	-,035	,038	-,030	-,045	,005	,852	,005	-,101	-,038
	GES1	-,006	-,028	,047	-,006	,060	,018	-,006	,009	,072	-,063	,002	2,361E-	,005	,922	,017	,059
														5			
	GES2	,024	-,075	-,107	,061	,057	,044	-,116	-,027	-,019	-,017	-,196	,086	-,101	,017	,386	,022
	GES3	-,033	,039	,068	,002	,057	-,003	-,152	,031	,011	-,105	-,039	,019	-,038	,059	,022	,330
Correlación anti-imagen	DOC1	,467 ^a	-,199	-,154	,206	,082	-,139	,492	-,934	-,015	,179	-,451	,354	,133	-,022	,142	-,215
	DOC2	-,199	,467 ^a	,097	,008	-,173	-,652	-,078	,223	-,159	,128	,122	,130	-,034	-,044	-,184	,103
	DOC3	-,154	,097	,701 ^a	-,234	-,326	-,055	,007	,155	-,020	,082	,168	-,334	-,017	,069	-,242	,166
	DOC4	,206	,008	-,234	,628 ^a	-,043	-,249	,230	-,242	-,704	,211	-,129	,037	-,015	-,011	,189	,008
	DOC5	,082	-,173	-,326	-,043	,442 ^a	,098	-,058	,032	,308	-,807	-,202	,123	,096	,139	,204	,221
	DOC6	-,139	-,652	-,055	-,249	,098	,535 ^a	-,105	,068	,223	-,180	-,011	-,205	,046	,029	,110	-,009
	DOC7	,492	-,078	,007	,230	-,058	-,105	,545 ^a	-,508	-,152	,290	,096	,089	,168	-,013	-,377	-,535
	DOC8	-,934	,223	,155	-,242	,032	,068	-,508	,507 ^a	,096	-,315	,379	-,278	-,146	,035	-,170	,208
	DOC9	-,015	-,159	-,020	-,704	,308	,223	-,152	,096	,506 ^a	-,348	-,196	,021	,072	,133	-,055	,033
	DOC10	,179	,128	,082	,211	-,807	-,180	,290	-,315	-,348	,462 ^a	,045	-,001	-,080	-,164	-,069	-,454
	INV1	-,451	,122	,168	-,129	-,202	-,011	,096	,379	-,196	,045	,430 ^a	-,348	-,074	,003	-,474	-,101
	INV2	,354	,130	-,334	,037	,123	-,205	,089	-,278	,021	-,001	-,348	,570 ^a	,006	3,206E-	,180	,042
															5		
	INV3	,133	-,034	-,017	-,015	,096	,046	,168	-,146	,072	-,080	-,074	,006	,644 ^a	,006	-,176	-,072
	GES1	-,022	-,044	,069	-,011	,139	,029	-,013	,035	,133	-,164	,003	3,206E-	,006	,524 ^a	,029	,107
														5			
	GES2	,142	-,184	-,242	,189	,204	,110	-,377	-,170	-,055	-,069	-,474	,180	-,176	,029	,618 ^a	,061
	GES3	-,215	,103	,166	,008	,221	-,009	-,535	,208	,033	-,454	-,101	,042	-,072	,107	,061	,688 ^a

a. Medidas de adecuación de muestreo (MSA)

La matriz anti-imagen contiene los negativos de las covarianzas parciales. En un buen modelo de factor, la mayoría de los elementos fuera de la diagonal serán pequeños. La conclusión de la matriz es una concordancia con los valores del test KMO. Las medidas de adecuación de muestreo (MSA) son bastante robustas en las diagonales de la matriz de correlación anti-imagen. La comunalidad es el porcentaje de varianza que puede ser explicado por el modelo factorial que se obtiene.

Tabla 15

Comunalidades

Comunalidades	Inicial	Extracción
DOC1	1,000	,854
DOC2	1,000	,801
DOC3	1,000	,566
DOC4	1,000	,756
DOC5	1,000	,905
DOC6	1,000	,791
DOC7	1,000	,784
DOC8	1,000	,822
DOC9	1,000	,691
DOC10	1,000	,892
INV1	1,000	,599
INV2	1,000	,423
INV3	1,000	,303
GES1	1,000	,373
GES2	1,000	,663
GES3	1,000	,731

Método de extracción: análisis de componentes principales.

A continuación, se presenta la matriz de componentes principales por medio de un método de rotación Varimax realizado en SPSS.

Tabla 16

Matriz de componente rotado

	Componente			
	1	2	3	4
DOC1	0,149	-0,109	0,866	0,101
DOC2	0,018	0,108	-0,031	-0,052
DOC3	-0,394	0,532	-0,18	0,305
DOC4	-0,314	0,759	-0,027	-0,12
DOC5	-0,166	0,015	-0,025	0,935
DOC6	-0,091	0,144	0,143	0,14
DOC7	0,853	-0,202	0,038	-0,112
DOC8	0,313	-0,155	0,813	0,164
DOC9	0,073	0,808	0,006	-0,117
DOC10	0,125	-0,014	0,307	0,884
INV1	0,052	0,613	0,465	0,06
INV2	-0,376	0,487	-0,123	0,082
INV3	0,092	0,114	0,453	0,02
GES1	-0,34	-0,411	0,273	-0,119
GES2	0,713	0,156	0,322	-0,152
GES3	0,74	-0,166	0,299	0,252

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.^a

a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

Ya realizado el análisis de los componentes principales las variables de entrada (inputs) serían las que se visualizan en la **Tabla 17**.

Tabla 17

Variables de entrada

Componentes	% explicativo	Variables
Investigación-Gestión-Docencia	23,71%	x1: DOC1, DOC7, DOC8, INV3, GES1 y GES2
Investigación-Docencia	17,82%	x2: DOC3, DOC4, DOC9, INV1 y INV2
Docencia	14,28%	x3: DOC5 y DOC10
Gestión-Docencia	12,31%	x4: DOC2 y DOC6 y GES3
Total, de la varianza	68,12%	

Nota: Establecimiento de componentes por medio del ACP.

Tabla 18

Variables de entrada de la Eficiencia Técnica en el Sector Educativo

Componente	Variable/Indicador
x1: Investigación-Gestión-Docencia	Doc1 - Cant. Profesores PHD/Cant. Profesores Doc7 - Cant. Profesores/ Cant. Estudiantado universitario Doc8 - Cant. Profesores PHD/Cant. Estudiantado universitario Inv3 - Estudiantado universitario investigadores/Cant. Estudiantado universitario Ges1 - Cant. TIC para estudiantado universitario/ Estudiantado universitario Ges2 - Cant. Biblioteca en línea disponible/Cant. Estudiantado universitario
x2: Investigación-Docencia	Doc3 - Cant. Profesores principales/Cant. Profesores Doc4 - Cant. Profesores TC/Cant. Profesores Doc9 - Cant. Profesores TC/Cant. Estudiantado universitario Inv1 - Cant. Profesores investigación/Cant. Profesores Inv2 - Cant. Profesores investigación/Cant. Profesores doctorado
x3: Docencia	Doc5 - Cant. Profesores TP/Cant. Profesores Doc10 - Cant. Profesores TP/Cant. Estudiantado universitario
x4: Gestión-Docencia	Doc2 - Cant. Profesores master/Cant. Profesores Doc6 - Cant. Profesores capacitación/Cant. Profesores Ges3 - Cant. Trabajadores Cualificados /Cant. Trabajadores

Nota: Agrupación de variables de Eficiencia Técnica.

Los cuatro factores que se formaron desde el ACP explican la variación del 68,12%, que se considera un gran porcentaje respecto al total. Estos componentes obtenidos en la investigación muestran los resultados de combinaciones lineales de cada variable con diferentes pesos para cada variable, correspondiente al tamaño de cada componente formando el vector automático correspondiente. Estos cuatro componentes principales se seleccionan porque el valor propio es superior que 1.

Con base en lo ya dicho, el elemento 1 es el componente con la más varianza y, por lo tanto, el alcance aparente de los datos de la encuesta, igual a 23,71%. Además, está formado por las variables: DOC1, DOC7, DOC8, INV3, GES1 y GES2. Este componente está vinculado al parámetro Investigación-Gestión-Docencia.

El segundo factor que describe la volatilidad total de 17,82% por su contribución son las siguientes: DOC3, DOC, DOC9, INV1 e INV2. Este conglomerado está asociado con la instalación de Investigación-Docencia.

El tercer factor describe la varianza total de 14,28% y donde las variables DOC5 y DOC10 se distinguen por su contribución. Este componente está asociado con el parámetro: Docencia.

El cuarto factor describe la varianza total de 12,31%, y las variables DOC2 y DOC6 y GES3 se distinguen por su contribución. Este componente está vinculado a los parámetros de Gestión-Docencia.

ACP para variables de salida (outputs)

Se procede a realizar el análisis de componentes principales, el cual inicia generando en el programa SPSS la matriz de correlaciones con **H0: matriz de identidad**, por medio del test de Barlett, al ser menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, es decir, la matriz no es de identidad.

Tabla 19

Matriz de correlaciones

Matriz de correlaciones^{a,b}

	INV4	INV5	INV6	INV7	MED1	MED2	MED3	MED4	GES4
Correlación INV4	1,000	,437	,557	,500	,500	,015	,259	-,169	-,059
INV5	,437	1,000	,193	,524	,524	,067	,221	-,169	-,066
INV6	,557	,193	1,000	,487	,487	,069	,347	-,149	,021
INV7	,500	,524	,487	1,000	1,000	,556	,836	-,255	-,092
MED1	,500	,524	,487	1,000	1,000	,556	,836	-,255	-,092
MED2	,015	,067	,069	,556	,556	1,000	,722	-,140	,035
MED3	,259	,221	,347	,836	,836	,722	1,000	-,177	,093
MED4	-,169	-,169	-,149	-,255	-,255	-,140	-,177	1,000	-,057
GES4	-,059	-,066	,021	-,092	-,092	,035	,093	-,057	1,000

a. Determinante = ,000

b. Esta matriz no es cierta positiva.

Los resultados de la **Tabla 20**, muestran la medida para adecuar la muestra de Kaiser Meyer y Olkin la cual da el criterio para saber si se debe o no realizar el análisis de componentes principales, se observa que es de 0,587, aquello da pertinencia a la realización del ACP.

El resultado de la prueba de Bartlett con un chi cuadrado $\chi^2 = 447,811$ nos da una significancia de 0,00. Respecto del valor crítico el test Bartlett, cuando es igual o menor un alfa de 0,05 da pertinencia científica a la correlación entre las variables estudiadas.

Tabla 20

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Meyer-Olkin-Kaiser		0.587
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	447.811
	Grados de libertad	140
	Significancia	0.000

La comunalidad es el porcentaje de varianza que puede ser explicado por el modelo factorial que se obtiene.

Tabla 21

Comunalidades

Comunalidades

	Inicial	Extracción
INV4	1,000	,741
INV5	1,000	,487
INV6	1,000	,570
INV7	1,000	,955
MED1	1,000	,955
MED2	1,000	,827
MED3	1,000	,901
MED4	1,000	,281
GES4	1,000	,828

Método de extracción: análisis de componentes principales.

A continuación, se presenta la matriz de componentes principales por medio de un método de rotación Varimax realizado en SPSS.

Tabla 22

Matriz de componente rotado

Matriz de componente rotado

	Componente		
	1	2	3
INV4	,047	,859	,044
INV5	,171	,661	-,143
INV6	,136	,710	,218
INV7	,783	,584	-,026
MED1	,783	,584	-,026
MED2	,897	-,137	,062

MED3	,911	,224	,146
MED4	-,145	-,292	-,418
GES4	-,017	-,139	,899

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

El ACP mostró las siguientes variables de salida para la dimensionalidad de las variables:

Tabla 23

Variables de salida

Componente	Porcentaje de explicación	Interpretación
Medio Externo-Investigación	31.728%	y1: INV7. MED1. MED2. MED3. MED4
Investigación	24.791%	y2: INV4. INV5. INV6
Gestión-Medio Externo	14.500%	y3: MED4. GES1
Total. de la varianza	71.020%	

Nota: Reducción de variables de salida por un Análisis de Componentes Principales.

Tabla 24

Outputs para estudio de Eficiencia Técnica en la educación Superior

Componente	Variable/Indicador
y1: Medio Externo-Investigación	INV7: Cant. investigaciones terminadas/ Cant. Profesores MED1: Cant. Profesores participantes en vinculación/ Cant. Profesores MED2: Cant. Proyectos de Vinculación social/ Cant. Profesores MED3: Cant. Estudiantado universitario vinculación social / Cant. Estudiantado universitario MED4: Cant. Estudiantado universitario con vinculación social/Cant. Profesores con Participación en vinculación
y2: Investigación	INV4: Cant. Publicaciones libros / Cant. Profesores INV5: Cant. Revisión en Revistas/ Cant. Profesores INV6: Cant. Revistas no indexadas/ Cant. Profesores
y3: Gestión-Medio Externo	MED4: Cant. Estudiantado universitario con vinculación social/Cant. Profesores con Participación en vinculación GES1: Monto de H+D 2019/ Presupuesto 2019

Nota: Agrupación de las variables para el estudio de Eficiencia Técnica. La reducción de variables OUTPUTS es mediante ACP.

El resultado del análisis da como resultado 3 componentes principales los cuales representan al 71,02% de la variación, esto quiere decir que es un porcentaje adecuado de la totalidad. Como los valores propios fueron mayores a 1 entonces se escogieron los 3 componentes principales que se visualizan en la tabla.

El primer factor que describe la volatilidad total de 31,73% por su contribución son las siguientes: INV7, MED1, MED2, MED3, MED4. El componente tiene relación con el parámetro de Medio Externo-Investigación.

El segundo factor que describe la volatilidad total de 24,79% por su contribución son las siguientes: INV4, INV5, INV6. El componente tiene relación con el parámetro de Investigación.

El tercer factor que describe la volatilidad total de 14,50% por su contribución son las siguientes: MED4 y GES1. El componente guarda relación con el parámetro de Gestión-Medio Externo.

Variables de estudio

Para la aplicación del ACP se encuentran datos que serán de utilidad para un estudio DEA.

Para los inputs los componentes: X1: Investigación-Gestión-Docencia, x2: Investigación-Docencia, x3: Docencia, x4: Gestión-Docencia.

Para los outputs, los componentes: y1: Medio Externo-Investigación, y2: Investigación y y3: Gestión-Medio Externo.

Tabla 25

Variables del modelo

DMU	x1	x2	x3	x4	y1	y2	y3
UN1	0.0143	1.19962	0.47789	1.41386	0.15238	3.56599	0.32541
UN2	0.10797	1.36127	1.15744	1.82394	1.19121	0.06739	0.24942
UN3	0.64363	0.04929	0.46779	0.08885	0.31684	0.46419	0.08382
UN4	0.68522	0.42426	0.92039	1.55474	0.55023	1.27016	0.02518
UN5	0.18664	0.13467	0.52927	1.59932	0.15247	2.88673	0.4753
UN6	0.35865	1.12928	1.62276	0.46987	1.27503	1.70784	0.28432
UN7	0.24579	0.06955	0.87787	0.43491	0.26777	0.47405	0.45061
UN8	0.15802	0.37146	1.03905	0.2326	0.52538	0.62258	0.47183
UN9	1.10011	1.2498	1.22743	0.45932	0.09789	0.22409	0.50095
UN10	0.37866	0.79415	0.60386	0.18455	0.57049	0.11236	0.56031
UN11	1.0944	0.13015	0.72335	0.80885	0.52792	0.29001	0.27129
UN12	0.58815	0.84429	1.03205	0.36121	0.90021	2.31772	0.73563
UN13	0.24294	0.96585	0.8471	1.06918	0.44026	0.2931	0.58214
UN14	1.03703	0.49463	0.17543	1.05698	0.56468	0.76854	0.01042
UN15	0.63571	0.20046	0.17095	0.10789	0.62723	0.40933	0.27619
UN16	1.27982	0.07622	0.69351	0.49853	0.57531	0.38993	0.43222
UN17	0.15801	0.43853	0.89364	1.31077	0.59125	0.01785	0.21172
UN18	0.20513	0.10652	1.40208	1.06798	0.67355	1.17751	0.63457
UN19	2.49703	1.12528	1.91704	0.36565	0.46421	0.65966	0.35439
UN20	4.04486	1.06849	2.52601	1.2288	0.55643	0.47246	0.31817
UN21	0.01533	1.45467	0.59773	0.2905	0.2491	0.21436	0.43802
UN22	0.36525	0.01892	0.56953	0.05247	0.37909	0.63448	0.18509
UN23	0.12749	0.91081	0.71512	0.89801	0.63771	0.51375	0.08606
UN24	0.52245	0.13566	0.27224	0.93502	0.11446	0.7229	0.16782
UN25	0.06383	1.14308	0.77887	1.22532	0.37699	0.51092	0.07577
UN26	0.88248	1.09937	2.58256	0.46308	0.29721	0.07242	0.07347
UN27	0.33744	1.32174	0.2383	0.24218	0.41714	0.51257	0.01769
UN28	1.01347	1.44759	0.22867	1.24206	0.34463	0.67033	0.19445

UN29	1.2415	1.19028	2.7996	0.44003	0.77613	0.01874	0.83529
UN30	0.55717	0.4068	0.29206	0.99325	0.39485	0.3006	0.11747
UN31	0.51515	1.1489	0.43891	0.88377	0.71542	0.10406	0.50795
UN32	0.28947	1.8828	0.36921	0.04652	0.00683	0.00596	0.45578
UN33	0.64875	0.5348	0.7045	0.42913	3.19954	1.07091	0.29227
UN34	0.18255	1.04125	0.69204	1.49029	0.0248	0.14742	0.57415
UN35	2.22294	2.26901	0.77734	1.41048	2.05356	2.47031	0.70214
UN36	0.57151	1.32159	0.64592	2.69075	0.24844	0.13825	0.40731
UN37	0.06174	0.07761	0.08042	0.35849	0.77776	0.43037	0.33248
UN38	0.844	1.27592	0.0281	0.22664	0.25538	0.30463	6.16048
UN39	0.59867	0.99677	0.58874	0.19975	0.46445	0.61505	0.43498
UN40	2.25887	2.24945	0.43508	0.46631	0.65269	1.72908	0.2392
UN41	0.31653	0.80832	0.24156	2.79795	0.2657	0.2195	0.24584
UN42	0.90273	0.32447	0.6179	0.34992	0.623	0.62094	0.56518
UN43	0.69239	0.2416	0.06086	0.86431	0.43828	0.54923	0.26085
UN44	1.13056	0.22505	0.17525	0.06069	0.23305	0.50499	0.54885
UN45	1.22636	0.49746	0.54367	0.75731	0.19394	0.59939	0.55073
UN46	0.23894	1.42988	0.88002	0.53125	0.21208	0.115	0.54973
UN47	0.36949	0.16318	1.81671	0.32199	0.77879	0.21969	0.58444
UN48	0.46475	1.34357	1.07205	0.84104	0.5214	0.55821	0.175
UN49	0.65081	0.24725	0.36266	1.26901	0.23656	0.18484	0.48458
UN50	0.16768	1.1402	0.40475	0.41644	0.03449	0.48519	0.49716
UN51	0.53441	0.57414	0.93139	0.24056	0.10893	0.58878	2.54115
UN52	0.76012	0.70631	1.00887	0.74829	0.49157	0.70433	0.35505
UN53	0.85685	1.68215	0.57622	1.17142	0.57352	0.34584	0.38078
UN54	0.63169	0.1292	0.72099	1.14897	4.9932	1.4737	0.3024

Selección de la orientación y escala de rendimiento

En las universidades públicas e institutos de educación superior, los presupuestos se regulan una vez al año y están sujetos a cambios por factores externos e internos.

Las unidades previstas aumentarán los productos ofrecidos en el centro de investigación de la siguiente manera: A nivel universitario, nivel editorial, asignación de proyectos, nuevo nivel de matrícula de pregrado.

El enfoque elegido para el estudio de la eficiencia de la ingeniería por la DEA está orientado a resultados.

Cuando se trata de elegir el tamaño de una actividad, debe considerar diferentes tamaños de actividad debido al tamaño desigual de los datos DMU.

Análisis de eficiencia de escala

Los resultados del modelo DEA presentado muestran que el 31,15% DMU de 52 de las IES, tienen una eficiencia relativa (eficiencia técnica pura) de 1. Por lo tanto, estas instituciones están a la vanguardia de la eficiencia. A nivel de entrada individual, ninguna otra institución puede proporcionar una producción más alta.

De las 52 DMU el 74,35%, se consideraron técnicamente ineficientes. Todas las DMU con una eficiencia relativa de menos de 1 están dentro del límite de eficiencia. Es decir, una de las DMU puede proporcionar una mejor salida para niveles de entrada comparables.

La Tabla 18 compara el Puntaje de Eficiencia de Escala (TSS) para cada DMU con el Puntaje de Eficiencia Técnica (ETP) y el Puntaje de Eficiencia Técnica Pura (EE). La ETG media fue del 57,61%, la ETG media fue del 65,75% y la EE media fue del 88,16%. Esto significa que tiene el 88,16% de la capacidad para trabajar a una escala óptima.

Tabla 26
Rendimiento de escala

DMU	ETG	ETP	EE	Rendimiento
UN1	1	1	1	Sin variación
UN2	0.837688	1	0.837688	Variación -
UN3	0.806905	1	0.806905	Variación +
UN4	0.876814	0.49779	0.876814	Variación -
UN5	1	1	1	Sin variación
UN6	1	1	1	Sin variación
UN7	1	1	1	Sin variación
UN8	1	1	1	Sin variación
UN9	0.782885	0.189598	0.782885	Variación -
UN10	0.779365	0.720003	0.779365	Variación +
UN11	0.956341	0.45517	0.956341	Variación -
UN12	1	1	1	Sin variación
UN13	0.796545	0.4727	0.796545	Variación -
UN14	0.881698	0.761537	0.881698	Variación -
UN15	1	1	1	Sin variación
UN16	0.976062	1.005066	0.976062	Variación -
UN17	0.673243	0.481377	0.673243	Variación -
UN18	1	1	1	Sin variación
UN19	0.703483	0.383593	0.703483	Variación -
UN20	0.495855	0.271323	0.495855	Variación -
UN21	1	1	1	Sin variación

UN22	1	1	1	Sin variación
UN23	0.796324	0.555213	0.796324	Variación -
UN24	1.033809	0.514754	1.033809	Variación +
UN25	0.904794	0.537744	0.904794	Variación -
UN26	0.960641	0.134224	0.960641	Variación -
UN27	0.852827	0.888982	0.852827	Variación +
UN28	0.858986	0.501439	0.858986	Variación -
UN29	0.888731	0.373917	0.888731	Variación -
UN30	0.839961	0.284891	0.839961	Variación -
UN31	0.937215	0.320827	0.937215	Variación -
UN32	0.429362	1	0.429362	Variación +
UN33	1	1	1	Sin variación
UN34	1.025003	0.427183	1.025003	Variación +
UN35	0.79166	1.023677	0.79166	Variación -
UN36	0.756539	0.179472	0.756539	Variación -
	1	1	1	Sin variación
UN38	1	1	1	Sin variación
UN39	1.037826	0.596645	1.037826	Variación +
UN40	1.032096	1	1.032096	Variación -
UN41	0.757141	0.240399	0.757141	Variación -
UN42	0.993699	0.602802	0.993699	Variación -
UN43	1	1	1	Sin variación
UN44	1	1	1	Sin variación
UN45	0.992797	0.37643	0.992797	Variación -
UN46	0.903422	0.367081	0.903422	Variación -
UN47	1.033152	0.775407	1.033152	Variación -
UN48	1.021358	0.293982	1.021358	Variación -
UN49	1.035167	0.43272	1.035167	Variación -
UN50	0.833493	0.607896	0.833493	Variación +
UN51	1.032961	0.969659	1.032961	Variación +
UN52	0.932197	0.365046	0.932197	Variación -
UN53	0.86963	0.249053	0.86963	Variación -
UN54	1	1	1	Sin variación

Nota: El programa SPSS fue utilizado para el análisis de Eficiencia DEA.

Bootstrap para Eficiencia Técnica de Escala

Los resultados del modelo DEA original y el modelo con bootstrap aplicado no están muy separados, el rendimiento medio del primer modelo es 88,16% y el rendimiento medio del segundo modelo es 78,27%. La Tabla 19 muestra los puntajes de eficiencia de bootstrap para 5 DMU.

La puntuación media de DMU oscila entre el 17,68% y el 100%. Con 21 de 54 DMU se consideraron eficientes debido a su puntaje de eficiencia del 100%, y 34 de 54 DMU se consideraron técnicamente ineficientes. Los puntajes de eficiencia son los más bajos para el Instituto de Tecnología del Estado de Kebed. La puntuación media es 79,16% y la desviación estándar es 0,251.

Tabla 27
Eficiencia con bootstrap

Unidad	ETG	ETP	EE	Rendimiento
UN1	1	1	1	Sin variación
UN2	0.370685	0.713782	0.530785	Variación -
UN3	1	1	1	Sin variación
UN4	0.329309	0.555412	0.601313	Variación -
UN5	0.588573	0.704234	0.865859	Variación +
UN6	0.394428	0.678056	0.595476	Variación -
UN7	0.382718	0.589016	0.664234	Variación -
UN8	0.510912	0.685228	0.769827	Variación -
UN9	1	1	1	Sin variación
UN10	1	1	1	Sin variación
UN11	0.901679	1	0.901679	Variación +
UN12	0.386794	0.929804	0.429736	Variación -
UN13	0.486993	0.687829	0.729976	Variación -
UN14	1	1	1	Sin variación
UN15	0.558434	0.856375	0.675033	Variación -
UN16	1	1	1	Sin variación
UN17	0.211844	0.526106	0.393519	Variación -
UN18	0.74342	1	0.74342	Variación +
UN19	1	1	1	Sin variación
UN20	1	1	1	Sin variación
UN21	0.599284	0.640696	0.971041	Variación -
UN22	0.711653	1	0.711653	Variación -
UN23	1	1	1	Sin variación
UN24	1	1	1	Sin variación
UN25	1	1	1	Sin variación
UN26	0.586661	0.730361	0.831834	Variación +
UN27	0.374313	0.65137	0.586822	Variación -
UN28	0.15477	0.174822	0.891276	Variación -
UN29	0.285338	0.828188	0.351266	Variación -
UN30	1	1	1	Sin variación
UN31	1	1	1	Sin variación
UN32	0.152492	0.410688	0.343485	Variación -
UN33	0.719852	0.749577	0.99809	Variación -
UN34	1	1	1	Sin variación
UN35	1	1	1	Sin variación
UN36	0.643181	0.812276	0.821029	Variación -
UN37	0.471885	0.927622	0.526555	Variación -
UN38	1	1	1	Sin variación
UN39	1	1	1	Sin variación
UN40	1	1	1	Sin variación
UN41	1	1	1	Sin variación
UN42	1	1	1	Sin variación
UN43	0.967956	1	0.967956	Variación -
UN44	0.323362	0.753358	0.43722	Variación -
UN45	0.734467	0.738214	1.034614	Variación -
UN46	0.658178	0.710005	0.96263	Variación -
UN47	0.525166	0.557784	0.976988	Variación -
UN48	0.968512	1	0.968512	Variación -
UN49	0.443963	0.595279	0.767485	Variación -
UN50	0.155897	0.695303	0.216866	Variación -
UN51	0.521038	0.783201	0.687242	Variación -
UN52	0.263135	0.459528	0.571875	Variación -
UN53	0.249184	0.383664	0.64869	Variación -
UN54	0.34882	0.790538	0.45146	Variación -

Análisis de sensibilidad

Tabla 28
Análisis de sensibilidad

Unidad	EE	EE Bootstrap	Sesgo	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza al 95%	
					Frontera Inferior	Frontera Superior
UN1	1	1	0	0	1	1
UN5	1	0.865859	0.214101	0.163102	0.78228	1.12358
UN6	1	0.595476	0.484484	0.354292	0.38208	1.25338
UN7	1	0.664234	0.415726	0.305673	0.48388	1.22038
UN8	1	0.769827	0.310133	0.231007	0.64018	1.16968
UN12	1	0.429736	0.650224	0.471488	0.13678	1.33288
UN15	1	0.675033	0.404927	0.298036	0.49988	1.21518
UN18	1	0.74342	0.33654	0.24968	0.60108	1.18228
UN21	1	0.971041	0.108919	0.088727	0.93798	1.07308
UN22	1	0.711653	0.368307	0.272142	0.55408	1.19758
UN33	1	0.99809	0.08187	0.069601	0.97798	1.06008
UN37	1	0.526555	0.553405	0.403026	0.28008	1.28638
UN38	1	1	0	0	1	1
UN43	1	0.967956	0.112004	0.090909	0.93338	1.07458
UN44	1	0.43722	0.64274	0.466196	0.14788	1.32928
UN54	1	0.45146	0.6285	0.456126	0.16898	1.32248
UN39	0.99801	1	0.038006	0.041373	1.03708	1.04088
UN49	0.99535	0.767485	0.307842	0.229389	0.63888	1.16388
UN24	0.99399	1	0.033989	0.044216	1.03108	1.04288
UN47	0.99333	0.976988	0.096324	0.07982	0.94998	1.06038
UN51	0.99314	0.687242	0.385879	0.284567	0.52118	1.19918
UN40	0.99228	1	0.032276	0.045425	1.02858	1.04368
UN34	0.98518	1	0.025183	0.050445	1.01808	1.04708
UN48	0.98154	0.968512	0.093006	0.077476	0.94308	1.04698
UN42	0.95388	1	-0.006121	0.072578	0.97178	1.06208
UN45	0.95298	1.034614	-0.001657	0.06942	0.97298	1.05458
UN16	0.93624	1	-0.023758	0.085051	0.94568	1.07058
UN26	0.92082	0.831834	0.168967	0.131187	0.76988	1.02278
UN11	0.91652	0.901679	0.094822	0.078758	0.87538	0.98288
UN31	0.8974	1	-0.062605	0.112515	0.88818	1.08918
UN52	0.89238	0.571875	0.400482	0.294896	0.39888	1.10538
UN25	0.86497	1	-0.095026	0.135446	0.84018	1.10478
UN46	0.8636	0.96263	-0.019048	0.081721	0.87528	0.99098
UN29	0.84891	0.351266	0.577625	0.420152	0.09318	1.14698
UN14	0.84188	1	-0.118122	0.151774	0.80598	1.11588
UN4	0.83699	0.601313	0.315661	0.234913	0.46898	1.00928
UN53	0.82981	0.64869	0.2611	0.196335	0.54258	0.97598
UN28	0.81917	0.891276	0.00787	0.062682	0.84378	0.90668
UN27	0.81301	0.586822	0.306165	0.228203	0.45908	0.98078
UN30	0.80014	1	-0.159859	0.181288	0.74418	1.13588
UN2	0.79787	0.530785	0.347063	0.257122	0.38338	0.98528
UN50	0.79367	0.216866	0.656787	0.476126	-0.07922	1.12978
UN3	0.76709	1	-0.192915	0.204658	0.69528	1.15178
UN13	0.75673	0.729976	0.106729	0.087182	0.69798	0.82878
UN23	0.7565	1	-0.203496	0.212146	0.67958	1.15688
UN35	0.75184	1	-0.20816	0.215441	0.67278	1.15908
UN9	0.74307	1	-0.216935	0.221643	0.65978	1.16328
UN10	0.73955	1	-0.220455	0.224132	0.65458	1.16498
UN41	0.71732	1	-0.242679	0.239851	0.62168	1.17568
UN36	0.71672	0.821029	-0.02433	0.085453	0.72588	0.85188
UN19	0.66366	1	-0.296337	0.277794	0.54218	1.20138
UN17	0.63342	0.393519	0.319884	0.2379	0.25918	0.80778
UN20	0.45604	1	-0.503965	0.424604	0.23498	1.30108
UN32	0.38954	0.343485	0.126037	0.10083	0.30218	0.47088

Nota: Análisis Envolvente de Datos desarrollado según metodología.

Comprobación de la hipótesis

Relación de DEA con Evaluación, Acreditación y Categorización de los Institutos Públicos de educación superior

Las evaluaciones, acreditaciones y rankings de centros de investigación y escuelas tienen como objetivo facilitar el buen desarrollo del proceso de evaluación. La eficiencia mide la capacidad relativa de una entidad para derivar ingresos de sus recursos y considera que una IES se deriva de una combinación de productos que ninguna otra IES como DMU deriva de una combinación de recursos.

Tabla 29

Eficiencia DEA vs. Evaluación, Acreditación y Categorización de las universidades y escuelas politécnicas

Unidad	Eficiencia Técnica	Evaluación de Desempeño	Unidad	Eficiencia Técnica	Evaluación de Desempeño
UN1	1	0.652	UN28	0.891786	0.294
UN2	0.530875		UN29	0.351276	0.393
UN3	1	0.391	UN30	1	0.391
UN4	0.601323	0.491	UN31	1	0.492
UN5	0.865869	0.652	UN32	0.343515	0.494
UN6	0.595486	0.495	UN33	0.99812	
UN7	0.664244	0.294	UN34	1	
UN8	0.769837	0.495	UN35	1	0.493
UN9	1		UN36	0.821059	0.395
UN10	1	0.499	UN37	0.526565	0.494
UN11	0.901689	0.495	UN38	1	
UN12	0.429736	0.497	UN39	1	0.396
UN13	0.729986	0.395	UN40	1	0.65
UN14	1	0.298	UN41	1	0.492
UN15	0.675043	0.395	UN42	1	0.394
UN16	1		UN43	0.967956	0.398
UN17	0.393529		UN44	0.43723	0.297
UN18	0.74334	0.495	UN45	1.034632	
UN19	1	0.399	UN46	0.96264	0.496
UN20	1		UN47	0.977007	
UN21	0.971071	0.391	UN48	0.968531	0.495
UN22	0.711623	0.494	UN49	0.767504	0.493
UN23	1	0.291	UN50	0.216887	0.497
UN24	1		UN51	0.687261	0.491
UN25	1		UN52	0.571894	0.392
UN26	0.831844		UN53	0.64872	0.298
UN27	0.586832	0.395	UN54	0.45144	0.493

Nota: Los valores de fueron tomados por el informe de CACES.

En la **tabla 30**. se observa que no existe una relación lineal entre las variables Eficiencia DEA y Evaluación, Acreditación y Categorización de los centros de estudios y Escuelas.

Análisis de regresión

Eficiencia DEA – Evaluación, Acreditación y Categorización de las Universidades y Escuelas Politécnicas

Tabla 30

Correlación

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			
						Cambio en F	gl 1	gl2	Sig Cambio en F
1	0.213	0.043	0.027	0.2389356	0.045	2.391	1	52	0.127

La ecuación es:

Eficiencia = 0,854 - 0,264 Evaluación, Acreditación y Categorización

Tabla 31

Coeficientes del modelo

Predictor	Coef	Coef EE	T	P
Constante	0.853	0.071	13.887	0
E, A y C	-0.254	0.179	-1.535	0.127

Tabla 32

Análisis de la Varianza

Modelo	SC	GL	MC	F	P
Regresión	0.136	1	0.136		0.147
Residuo	2.968	52	0.054	6	
Total	3.104	53			

En los resultados de este análisis se tiene un $R^2 = 0.043$ como lo muestra la **Tabla 30**, entonces se concluye que no hay una relación lineal presente entre las variables dependiente de eficiencia y la variable independiente de los puntajes obtenidos en las evaluaciones de Eficiencia del CACES.

El valor de β_0 (constante) es positivo, es decir, indica que existe un nivel de disposición al cambio, cuando no interviene la variable de Eficiencia, este resultado se debe a factores exógenos no considerados en el modelo. En cuanto a la prueba de significación como el p-valor es $p < 0,05$; significa que este valor, tiene influencia significativa en el modelo y por lo tanto tiene un impacto en la Eficiencia.

El valor de la beta constante es positivo. Es decir, si no interviene la variable independiente existe una cierta voluntad de cambio. Este resultado se debe a factores extrínsecos no considerados en el modelo. Para la prueba de significancia, el valor p es mayor a p 0.05, lo que significa que la medida de evaluación, reconocimiento y clasificación de la eficacia no es significativa.

Por estos resultados no se rechaza la hipótesis nula, es decir que no hay una relación entre la eficiencia técnica y el resultado de cada evaluación institucional para las IES públicas en el periodo 2019.

La herramienta evaluativa de la universidad o instituto técnico público analizado tiene como objetivo la medición del rendimiento de sus docentes, la agregación por DMUs y la realización de una comparativa con el análisis de datos envolventes basados en las productividades de los recursos disponibles, muestra que no se cumple solo con el hecho de la existencia del instrumento evaluativo. Hacer cambios significativos en estas herramientas puede ser un poco complicado, pero técnicas como DEA deberían al menos integrarse gradualmente para apoyar mejor la toma de decisiones, la asignación de recursos y la gestión.

Discusión

La información de componentes obtenida a través de ACP muestra cuatro variables de entrada y tres variables de salida. Se utilizan educación, investigación, gestión y componentes externos. Los parámetros utilizados se basan en la evaluación bibliográfica. Para calcular la eficiencia, otras DMU identifican variables de entrada y salida con base en otros estudios de la DEA aplicados a la educación (Chiu & Khoo, 2015). Vinculan la reforma de la gobernanza con variables (Akhlaghi & Rostamy-Malkhalifeh, 2019). No existe una lista de variables utilizadas para medir el desempeño organizacional. Las entradas y salidas utilizadas en el modelo no normalizado no son suficientes.

A corto plazo, las revisiones muestran un potencial significativo para generalizar el análisis de entrelazamientos como método para evaluar la efectividad de los investigadores en el contexto de los procesos educativos y las universidades. Sería útil desarrollar estudios que amplíen el alcance de la conducta e incluyan evaluaciones de la efectividad de otros procedimientos en el estudio (Agasisti, 2017).

La combinación del desempeño técnico de las instituciones educativas con el promedio de evaluaciones institucionales en 2019 no es apropiada. Este resultado es similar al de Cáeres, Kristjanpoller y Tabillo (2013), señalando que no existe correlación entre factores al combinar la eficiencia DEA con el puntaje de desempeño promedio de cada unidad en 2019. Las herramientas de evaluación del centro de investigación no se pueden utilizar para proporcionar herramientas de evaluación destinadas a medir los resultados del aprendizaje y agregar créditos o para comparar el análisis de la DEA en función de la productividad de los recursos disponibles (Afonso & Fernandes, 2005).

CONCLUSIONES

En 2019, la evaluación del CACES realmente no mejoró las condiciones de eficiencia en las instituciones de educación superior públicas. No existe relación directa entre la eficiencia técnica y la evaluación de calidad (0.043 en coeficiente de determinación). El 74,35% de las IES públicas del modelo son consideradas técnicamente ineficientes, al mismo tiempo en promedio 82.48% de la asignación presupuestaria (1,327 millones en total) fue utilizada por cada una de las DMU. En términos económicos, no han sido utilizados correctamente los recursos asignados.

Se aplicó el enfoque de la DEA para evaluar la eficiencia técnica de las Instituciones de Educación Superior del Ecuador, tomando una muestra de 54 el período de estudio es el año 2019. Se seleccionaron cuatro variables de entradas y tres variables de salidas considerando varios factores como la disponibilidad de datos y la aplicabilidad de las variables en la investigación de DMUs. El presupuesto de cada IES se lo calcula en base a rubros de entrada Investigación-Gestión-Docencia pues compone la mejor eficiencia en los inputs (varianza de 23,71%), para las variables de salida, Medio Externo-Investigación otorga el mayor retorno eficiente con una varianza de 31.728%.

La eficiencia técnica pura solo se evidenció en 20 de 54 IES públicas. El modelo planteado muestra que existe disposición a la eficiencia técnica en las universidades públicas (const. 0.853). El peso de la investigación explica la ineficiencia de las DMU lo cual merma la capacidad de la docencia en la creación de procesos educativos innovadores siendo su gestión relegada a procesos administrativos.

RECOMENDACIONES

Para mejorar la eficiencia técnica en todas las universidades se debe de dar mayor incentivo hacia la investigación docente y a la comunicación de este proceso investigativo de producción científica hacia los alumnos de cada una de las universidades, la educación superior debe de priorizar los procesos que integren al alumnado hacia las tendencias de la realidad que afronta desde su ingreso a la universidad.

Deben de revisarse los instrumentos evaluativos, puesto que se halló que muchos de los ítems que se encuentran, tratan de gestión administrativa, la cual no es la razón de ser de las comunidades universitarias y relega a la educación a segundo plano; así también, debe de consultarse a todos los agentes de la comunidad universitaria si consideran pertinente el método de enseñanza actual para realizar cambios de fondo en la educación superior.

Los modelos universitarios no solamente necesitan actualizarse, es fundamental que lo hagan al ritmo que marcan los avances en el ámbito laboral. Una transición así es una tarea compleja y puede tomar tiempo, pero considerar ideas como las propuestas aquí, pueden dirigir a las instituciones de educación superior en la dirección correcta para mantenerse vigentes. Una comunidad universitaria que produzca sinergia Universidad-Alumno-Empresa se traduciría en grandes beneficios tanto para las instituciones, como para las empresas y los estudiantes que se convertirán en profesionales.

BIBLIOGRAFIA

- Afonso, A., & Fernandes, S. (2005). "Assessing and Explaining the Relative Efficiency of Local Government: Evidence for Portuguese Municipalities". *Department of Economics, Institute for Economics and Business Administration (ISEG)*.
- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi. (2006). Public sector efficiency: Evidence for new EU member states and emerging markets. *European Central Bank Working Paper No. 581*.
- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi, V. (2003). "Public Sector Efficiency: an international comparison". *Working paper N° 242. European Central Bank*.
- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi, V. (2005). "Public sector efficiency: an international comparison", . *European Central Bank Working Paper, No. 242* .
- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi, V. (2006). "Public Sector Efficiency: Evidence for new EU members states and emerging markets". *Working paper N° 581. European Central Bank*.
- Agasisti, T. (2017). Management of higher education institutions and the evaluation of their efficiency and performance. 187-190.
- Akhlaghi, R., & Rostamy-Malkhalifeh, M. (2019). A linear programming DEA model for selecting a single efficient unit. . *International journal of industrial engineering and operational research, 1(1)*.
- Albi, E. (. (1992). Evaluación de la eficiencia pública. El control de la eficiencia del sector público. *Hacienda Pública Española, N° 120, 299 – 319*.
- Antonis, A., Manthos, D., & Pantelis, K. (2008). "Public sector efficiency: leveling the playing field between OECD countries" . *Munich Personal Repec Archive, Working Paper No.16493* .

- Ayaviri Nina, D., & Quispe Fernández, G. (2011). Medición de la eficiencia asignativa mediante el análisis envolvente de datos en los municipios de Bolivia: caso municipios de Potosí. *Perspectivas, núm. 28*, 137-169.
- Barr, M., & Tschannen-Moran, M. (2004). Fostering student learning: The relationship of collective teacher efficacy and student achievement. *Leadership and policy in schools, 3(3)*, 189-209.
- BARRO, R. J. (2011). Human capital and growth. *American economic review, v. 91, n. 2*, 12-17.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1988). Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. . *Journal of econometrics, 38(3)*, 387-399.
- BCE. (2020). Banco Central del Ecuador.
- Bird, S. J. (2014). Socially responsible science is more than “good science”. *Journal of microbiology & biology education, 15(2)*, 169-172.
- Bogetoft, & Otto, L. (2011). Benchmarking with DEA, SFA, and R. *1º Edición. Springer, New York*.
- Bogetoft, P., Heinesen, E., & Tranæs, T. (2015). The efficiency of educational production: A comparison of the Nordic countries with other OECD countries. . *Economic Modelling, 50*, 310-321.
- BRADLEY, S., JOHNES, J., & LITTLE, A. (2010). Measurement and determinants of efficiency and productivity in the further education sector in England. . *Bulletin of Economic Research, v. 1, n. 21. p. 307-337, .*
- Campos, E., & Pradhan. (1996). “Budgetary Institutions and Expenditure Outcomes. Binding Governments to Fiscal Performance”. . *Policy Research Working Paper 1646. Policy Research Department, the World Bank*.

- Castro-Rodríguez, Y., & Lara-Verástegui, R. (2018). Percepción del blended learning en el proceso enseñanza aprendizaje por estudiantes del posgrado de Odontología. . *Educación Médica, 19(4)*, 223-228.
- CEPAL. (2021). Indicadores económicos y proyecciones. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/temas/indicadores-economicos-y-proyecciones>
- Charnes, A. C., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research. Volumen 2.*, 429-444.
- Cherchye, L. (1998). The measurement of macroeconomics performance: comparison of DEA-based Alternatives. *Public Economics Working Paper No. 9829.* .
- Chiu, M. M., & Khoo, L. (2015). Effects of resources, inequality, and privilege bias on achievement: Country, school, and student level analyses. . *American Educational Research Journal, 42(4)*, 575-603.
- Coady, D., & Dizioli, A. (2018). Income inequality and education revisited: persistence, endogeneity and heterogeneity. . *Applied Economics, 50(25)*, 2747-2761.
- Coleman, P. G., Ivani-Chalian, C., & Robinson, M. (2015). Self and meaning in the lives of older people. . *Cambridge, MA: Cambridge University Press.* .
- Cruz-Kronfly, F. (2021). Subjetividad hipermoderna & capitalismo actual: mirada crítica. *Innovar, 31(79)*, 17-26.
- CUNHA, F., & HECKMAN, J. (2007). The technology of skill formation. *AEA papers and proceedings, [S. l.]*, v. 97, n. 2, 31-47.
- de Holanda Barbosa Filho, F. &. (2010). Educação e crescimento: o que a evidência empírica e teórica mostra? *Revista Economia, 11(2)*, 265-303. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/6291809.pdf>

- de la UNESCO, I. M. (2005). Hacia las sociedades del conocimiento. *Publicaciones Unesco. París*. Obtenido de <https://biblioteca.marco.edu.mx/files/Educacion%20Basada%20en%20Competencias/1-Contexto%20Mundial/INTRODUCCION.%20Hacia%20las%20sociedades%20del%20conocimiento.pdf>
- DELGADO, V. M., & MACHADO, A. F. (2007). Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. . *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 37. n. 3, dez. .
- D'INVERNO, G., CAROSI, L., & RAVAGLI, L. (2018). Global public spending efficiency in Tuscan municipalities. . *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 61, p. 102-113.
- DUFRECHOU, P. A. (2016). The Efficiency of Public Education Spending in Latin America: a comparison to high-income countries. . *International Journal of Education Development*, v. 49, p. 188-203.
- Echarte-Fernández, M. Á., Martínez-Hernández, M., & Zambrano, O. (2018). Un análisis de la crisis económica de Venezuela desde los postulados de la Escuela Austríaca de Economía. . *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 68-82.
- Emrouznejad, A., & Yang, G. L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. . *Socio-economic planning sciences*, 61, 4-8.
- Eyre, S. (2020). Estimating technical efficiency of European container terminals: a bootstrapped DEA approach. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Sean-Eyre-2/publication/346970367_Estimating_technical_efficiency_of_European_container_terminals_a_bootstrapped_DEA_approach/links/5fd6234e45851553a0b1c0ba/Estimating-technical-efficiency-of-European-container-terminals

- Fabara Garzón, E. (2017). La formación y el ejercicio de la docencia universitaria en Ecuador. Desafíos. *Alteridad. Revista de Educación*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4677/467749196003/html/>
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrial countries. *American Economic Review*, 66-89.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. . *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.
- Fomento, B. M. (2000). Designing and Building a Results-Based Monitoring and Evaluation System: a Tool for Public Sector Management. . *Washington D.C.* .
- Gamoran, A., & Long, D. A. (2018). Equality of educational opportunity: A 40-year retrospective (WCER Working Paper No. *University of Wisconsin–Madison, Wisconsin Center for Education Research*.
- Gibert, J. P. (2019). Laplacian matrices and Turing bifurcations: revisiting Levin 1974 and the consequences of spatial structure and movement for ecological dynamics. *Theoretical Ecology*, 12(3), 265-281. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12080-018-0403-2>
- González, E. S., & Hernández, F. F. (2020). Costo de oportunidad por muerte prematura de fumadores activos cubanos en el año 2011. . *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 18(2), 26-31.
- Grigoli, F. (2015). A Hybrid Approach to Estimating the Efficiency of Public Spending on Education in emerging and developing Economies. . *Applied Economics and Finance*, 2(1), 19-32.
- Guamán, J. (2017). LA INVERSIÓN EN EDUCACIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE ECUADOR, PERIODO: 2000-2014. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*.
- HAELERMANS, C., & RUGGIERO, J. (2013). Estimating technical and Allocative Efficiency in the Public Sector: a nonparametric analysis of

- Dutch schools. . *European Journal of Operational Research*, v. 227, n. 1, p. 174-181.
- Han, C. H. (2018). Assessing the impacts of port supply chain integration on port performance. . *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 34(2), 129-135.
- Han, C. H. (2018). Assessing the impacts of port supply chain integration on port performance. . *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 34(2), 129-135.
- HANUSHEK, E. A., & KIMKO, D. D. (2000). Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations. *The American Economic Review, Pittsburgh*, v. 90, n. 5, 1184-1208.
- HANUSHEK, E. A., & WOESSMANN, L. (2011). The Economics of International Differences in Educational Achievement. . *Handbook of the Economics of Education*, vol. 3, 89-200.
- Heydari, C., Omrani, H., & Taghizadeh, R. (2020). A fully fuzzy network DEA-Range Adjusted Measure model for evaluating airlines efficiency: A case of Iran. . *Journal of Air Transport Management*, 89, 101923.
- Hung, S. W., Lu, W. M., & Wang, T. P. (2010). Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports. . *European journal of operational research*, 203(3), 706-713.
- INEC. (2019). La Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares.
- Koopmans, T. C., & Reiter, S. (1951). A model of transportation. *Activity analysis of production and allocation*, 222-259. Obtenido de <http://web.eecs.umich.edu/~pettie/matching/Koopmans-Reiter-min-cost-flow-model-Cowles-commission-report.pdf>
- Kumar, A., Fu, J., Tucker, G., & Levine, S. (2019). Stabilizing off-policy q-learning via bootstrapping error reduction. . *arXiv preprint arXiv:1906.00949*.

- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2003). *Stochastic frontier analysis*. . Cambridge university press.
- Lauzán, O. C. (2017). El crecimiento de los costos en salud visto desde la ineficiencia. . *Revista Cubana de Salud Pública*, 43, 584-605.
- Lauzán, O. C. (2017). El crecimiento de los costos en salud visto desde la ineficiencia. . *Revista Cubana de Salud Pública*, 43, 584-605.
- López-Bermúdez, B., Freire-Seoane, M. J., & Nieves-Martínez, D. J. (2019). Port efficiency in Argentina from 2012 to 2017: An ally for sustained economic growth. . *Utilities Policy*, 61, 100976.
- Madrid Tamayo, T. (2019). El sistema educativo de Ecuador: un sistema, dos Mundos. *Revista Andina de Educación*. Obtenido de <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree>
- Mamani, R. P., & Luque, E. C. (2017). Medicion de la eficiencia técnica de los hospitales en la región de Puno: una aplicación del analisis envolvente de datos (DEA). . *Semestre Economico*, 6(2), 7-29.
- Morrow, E. M., Yoo, S. Y., Flavell, S. W., Kim, T. K., Lin, Y., Hill, R. S., & Walsh, C. A. (2008). Identifying autism loci and genes by tracing recent shared ancestry. . *science*, 321(5886), 218-223.
- NUSSBAUM, M. C. (2013). *Political Emotions: why love matters for justice*. . Cambridge, Massachusetts and London, England: The Belknap Press Of Harvard University Press.
- O'Sullivan, A., & Sheffrin, S. M. (2003). *Economics: Principles in action*. . Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Prentice Hall.
- Plan V. (2021). *Una Reforma Universitaria*. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/historias/entrevistas/una-reforma-universitaria-hecha-ignorantes>
- Porcelli, F. (2009). Measurement of Technical Efficiency. A brief survey on parametric and non-parametric techniques. *University of Warwick, University of Warwick*, 1-27. Obtenido de

https://www.researchgate.net/profile/Paul-Louangrath/post/Can_anybody_help_me_to_calculate_technical_efficiency_if_data_is_not_available_for_all_the_utilities_in_all_years_but_have_data_for_some_year/attachment/59d644e7c49f478072ead84b/AS%3A27382056324710

- Poveda Pineda, W. S., & Salcedo Salas, A. F. (2018). Eficiencia técnica en la producción de papa en el departamento de Boyacá usando dea (análisis envolvente de datos).
- Prorok, V., Šerić, N., & Peronja, I. (2019). Analysis of overall and pure technical efficiency of tourism in Europe. *Transactions on Maritime Science*, 8(02), 219-229. Obtenido de <https://hrcak.srce.hr/file/330407>
- RAMZI, S., AFONSO, A., & AYADI, M. (2016.). Assessment of Efficiency in Basic and Secondary Education in Tunisia: a regional analysis. . *International Journal of Educational Development*, v. 51, p. 62-76.
- ROSANO-PEÑA, C., ALBUQUERQUE, P. H., & MARCIO, C. J. (2012). A Eficiência dos Gastos Públicos em Educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. . *Economia Aplicada*, v. 16, n. 3, p. 421-443.
- Rubio, I. C., & Dominguez-Gil, C. (2021). A DEA-inspired model to evaluate the efficiency of education in OECD countries. . *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 31, 329-346.
- Saito, M. (2003). Amartya Sen's capability approach to education: A critical exploration. . *Journal of philosophy of education*, 17-33.
- SANTÍN, D., & SICILIA, G. (2015). Measuring the Efficiency of Public Schools in Uruguay: main drivers and policy implications. *Latin American Economic Review*, v.24, n. 1, 1-28.
- SANTÍN, D., & SICILIA, G. (2018). Using DEA for measuring teachers' performance and the impact on students' outcomes: evidence for Spain. . *Journal of Productivity Analysis*, v. 49, n. 1, p. 1-15.

- SCHETTINI, B. (2014). Eficiência Técnica dos Municípios Brasileiros na Educação Pública: Escores Robustos e Fatores Determinantes. . *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA*.
- SCHETTINI, B. P. (2018). Avaliação da eficiência técnica dos municípios brasileiros na educação pública. . *Pesquisa e Planejamento Econômico, v. 48, n. 1*.
- Sen, A. K. (2010). Desenvolvimento como liberdade. . *Companhia das Letras (Eds.). São Paulo, Brasil. , 461 p.*
- Silber-Varod, V., Eshet-Alkalai, Y., & Geri, N. (2016). Analyzing the discourse of chais conferences for the study of innovation and learning technologies via a data-driven approach. . *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Life Long Learning, 12, 297-31*.
- SILVA, J. M., & ALMEIDA, J. C. (2012). Eficiência no Gasto Público com Educação: uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. . *Planejamento e Políticas Públicas, v. 2, n. 39, p. 219-242*.
- Silverman, M. H., Strand, V., Markovits, D., Nahir, M., Reitblat, T., Molad, Y., & Fishman, P. (2006). Clinical evidence for utilization of the A3 adenosine receptor as a target to treat rheumatoid arthritis: data from a phase II clinical trial. . *The Journal of rheumatology*.
- SIMAR, L., & WILSON, P. W. (2007). Estimation and Inference in Two-Stage Semi-Parametric Models of Production Processes. . *Journal of Econometrics, v.136, p. 31-64*.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2008). Statistical inference in nonparametric frontier models: recent developments and perspectives. . *The measurement of productive efficiency and productivity growth, 421-521*.
- Thanassoulis, E., Dey, P. K., Petridis, K., Goniadis, I., & Georgiou, A. C. (2017). Evaluating higher education teaching performance using combined analytic hierarchy process and data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society, 68(4)*. Obtenido de

https://publications.aston.ac.uk/id/eprint/30021/1/SET_DEA_AHP_02_10_2016_for_Aston_PureRepository.pdf

- The World Bank. . (2014). FYR Macedonia Green Growth Country Assessment.
- WILBERT, M. D., & D'ABREU, E. C. (2017). Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do Estado de Alagoas. . *Advances in Scientific and Applied Accounting, São Paulo*, v. 6, n. 3, p. 348-372.
- Woessmann, L. (2011). Cross-country evidence on teacher performance pay. . *Economics of Education Review*, 30(3), 404-418.
- WOLSZCZAK-DERLACZ, J. (2017). An Evaluation and Explanation of (in)Efficiency in Higher Education Institutions in Europe and the US with the Application of Two-Stage Semi-Parametric DEA. . *Research Policy*, v. 46, n. 9, p. 1595-1605.
- Zhu, B., Mingxia, H., Biao, W., & Shuai, B. (2019). A data envelopment analysis model for evaluating the performance of taxi operators: a case study in Harbin, China. . *Transportation Planning and Technology*, 42(7), 662-678.

Anexos
Anexo 1
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR ANALIZADAS

1	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
2	INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
3	E. S. P. AGROPECUARIA DE MANABI
4	E. S. P. DE CHIMBORAZO
5	E. S. P. DEL LITORAL
6	UNIVERSIDAD DE LAS ARTES
7	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
8	UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
9	UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION
10	UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
11	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
12	UNIVERSIDAD DE CUENCA
13	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO AGUIRRE ABAD
14	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
15	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO BABAHOYO
16	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO BOLÍVAR
17	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO COTOPAXI
18	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DEL AZUAY
19	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO ELOY ALFARO
20	U. EST. AMAZONICA
21	U. EST. BOLIVAR
22	U. EST. DE MILAGRO
23	U. EST. DEL SUR DE MANABI
24	U. EST. PENINSULA DE SANTA ELENA
25	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO GUAYAQUIL (GUAYAQUIL)
26	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JUAN MONTALVO
27	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MANUEL ENCALADA ZÚÑIGA
28	U. LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
29	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MANUEL GALECIO
30	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MANUEL NAULA SAGÑAY
31	U. NACIONAL DE CHIMBORAZO
32	U. NACIONAL DE LOJA
33	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MARÍA NATALIA VACA
34	U. P. EST. DEL CARCHI
35	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO NELSON TORRES
36	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO OCHO DE NOVIEMBRE
37	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO OSCAR EFREN REYES
38	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO OTAVALO
39	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO POLICIA NACIONAL
40	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO PROVINCIA DE TUNGURAHUA
41	U. T. DE AMBATO
42	U. T. DE BABAHOYO
43	U. T. DE COTOPAXI
44	U. T. DE MACHALA
45	U. T. DE MANABI
46	U. T. DEL NORTE
47	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RIOBAMBA
48	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMINAHUI (RUMINAHUI)
49	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN PABLO DE ATENAS
50	U. T. EST. DE QUEVEDO
51	UNIVERSIDAD TÉCNICA LUIS VARGAS TORRES DE ESMERALDAS
52	UNIVERSIDAD YACHAY TECH
53	UNIVERSIDAD INTERCULTURAL DE LAS NACIONALIDADES Y PUEBLOS INDÍGENAS AMAWTAY WASI
54	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SECAP

Anexo 2

Ingeniero

Guayaquil, 15 de septiembre de 2021.

Freddy Camacho Villagómez

COORDINADOR UTE A-2021

ECONOMÍA

En su despacho.

De mis Consideraciones:

Economista Pacheco Bruque Marlon Estuardo, Docente de la Carrera de Economía, designado TUTOR del proyecto de grado de Luis David Carbo Valle, cumplesme informar a usted, señor Coordinador, que una vez que se han realizado las revisiones al 100% del avance del proyecto avalo el trabajo presentado por el estudiante, titulado **“Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019.”** por haber cumplido en mi criterio con todas las formalidades.

Este trabajo de titulación ha sido orientado al 100% de todo el proceso y se procedió a validarlo en el programa de URKUND dando como resultado un 0% de plagio.

Cabe indicar que el presente informe de cumplimiento del Proyecto de Titulación del semestre A-2021 a mi cargo, en la que me encuentro designado y aprobado por las diferentes instancias como es la Comisión Académica y el Consejo Directivo, dejo constancia que los únicos responsables del trabajo de titulación Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019, somos el Tutor Econ. Pacheco Bruque Marlon Estuardo y el señor Luis David Carbo Valle y eximo de toda responsabilidad a el coordinador de titulación y a la dirección de carrera.

La calificación final obtenida en el desarrollo del proyecto de titulación fue: 10/10 Diez sobre Diez.

Atentamente,



Econ. Pacheco Bruque Marlon Estuardo, Mgs

PROFESOR TUTOR-REVISOR PROYECTO DE GRADUACIÓN



Luis David Carbo Valle

ESTUDIANTE - AUTOR

Guayaquil, 15 de septiembre de 2021.
Ingeniero

Freddy Camacho Villagómez
COORDINADOR UTE A-2021

ECONOMÍA

En su despacho.

De mis Consideraciones:

Economista Pacheco Bruque Marlon Estuardo, Docente de la Carrera de Economía, designado TUTOR del proyecto de grado de José Leonardo Orlando Espinel, cumplesme informar a usted, señor Coordinador, que una vez que se han realizado las revisiones al 100% del avance del proyecto avalo el trabajo presentado por el estudiante, titulado "**Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019.**" por haber cumplido en mi criterio con todas las formalidades.

Este trabajo de titulación ha sido orientado al 100% de todo el proceso y se procedió a validarlo en el programa de URKUND dando como resultado un 0% de plagio.

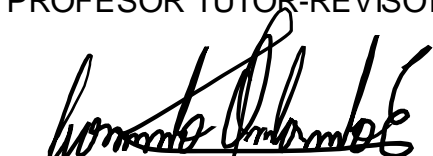
Cabe indicar que el presente informe de cumplimiento del Proyecto de Titulación del semestre A-2021 a mi cargo, en la que me encuentro designado y aprobado por las diferentes instancias como es la Comisión Académica y el Consejo Directivo, dejo constancia que los únicos responsables del trabajo de titulación Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019, somos el Tutor Econ. Pacheco Bruque Marlon Estuardo y el señor Jose Leonardo Orlando Espinel y eximo de toda responsabilidad a el coordinador de titulación y a la dirección de carrera.

La calificación final obtenida en el desarrollo del proyecto de titulación fue: 10/10 Diez sobre Diez.

Atentamente,



Econ. Pacheco Bruque Marlon Estuardo, Mgs
PROFESOR TUTOR-REVISOR PROYECTO DE GRADUACIÓN



José Leonardo Orlando Espinel
ESTUDIANTE - AUTOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Carbo Valle, Luis David**, con C.C: # 0926966854 autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019**. Previo a la obtención del título de **Economista** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de septiembre de 2021

f. 

Nombre: **Carbo Valle, Luis David**

C.C: 0926966854



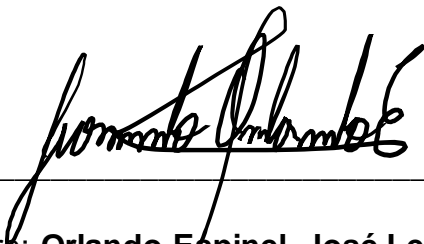
DECLARACIÓN AUTORIZACIÓN

Yo, **Orlando Espinel, José Leonardo**, con C.C: # 1312863812 autor/a del trabajo de titulación: **Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019**. Previo a la obtención del título de **Economista** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de septiembre de 2021

f. 

Nombre: **Orlando Espinel, José Leonardo**

C.C: **1312863812**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación de la eficiencia técnica y su relación con la valoración de calidad de los centros de educación superior del Ecuador en el año 2019.		
AUTOR(ES)	Luis David Carbo Valle José Leonardo Orlando Espinel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Econ. Pacheco Bruque Marlon Estuardo, Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ciencias Económicas, Administrativas y Empresariales		
CARRERA:	Economía		
TÍTULO OBTENIDO:	Economista		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de septiembre de 2021	No. DE PÁGINAS:	111
ÁREAS TEMÁTICAS:	Macroeconomía, la eficiencia técnica de los recursos.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	DEA, eficiencia, IES, desempeño, financiamiento.		
RESUMEN/ABSTRACT			
<p>Con el creciente número de estudiantes que se matriculan en universidades y la financiación limitada, administrar estas instituciones de manera más eficiente ya no es una opción, sino una cuestión de obligación. La matriculación de las universidades e institutos técnicos públicos sigue creciendo y lo financiado por el estado cada vez alcanza menos. En particular, en cuanto se intensifica la competencia con otros receptores financiados con fondos del Estado, las instituciones de educación superior deben de integrarse a una evaluación más detallada. El plan de investigación se propone como parte de una propuesta transversal y se enfoca en evaluar la efectividad de la tecnología a través del modelo DEA en las universidades e institutos técnicos públicos. Su forma de diseño propuso la muestra de 54 IES y como apoyo se tuvo al informe presentado durante el año por el Consejo Nacional para la Evaluación y la Acreditación para la Educación Superior en Ecuador. Un marco de referencia con más evidencia empírica para evaluar el desempeño de una organización. Se aplican procedimientos para reducir las variables a un nivel adecuado para que los resultados de la DEA sean confiables y se apliquen condiciones de contorno para lograr las metas marcadas por la universidad.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593- 939163747 +593- 991726868	E-mail: luiscarbo6@gmail.com jlbe1999@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Camacho Villagómez Freddy Ronalde		
	Teléfono: +593-4-2206953 ext 1634		
	E-mail: freddy.camacho.villagomez@gmail.com freddy.camacho@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			