



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Facultad de Contaduría y Administración

Modelo de desempeño académico y financiero para
Instituciones de Educación Superior
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Doctor en Ciencias Económico Administrativas

Presenta
Maria del Carmen Cervantes Siurob

Dirigido por:
Dra. Denise Gómez Hernández

Querétaro, Qro. a marzo del 2024

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Facultad de Contaduría y Administración
Doctorado en Ciencias Económico-Administrativas

Modelo de desempeño académico y financiero para Instituciones de Educación Superior
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Doctor en Ciencias Económico
Administrativas

Presenta

Maria del Carmen Cervantes Siurob

Dirigido por:

Dra. Denise Gómez Hernández

Dra. Denise Gómez Hernández
Presidente

Dr. Humberto Banda Ortiz
Secretario

Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal
Vocal

Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez
Suplente

Dra. Flor Brown Grossman
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro., México
marzo de 2024

DEDICATORIAS

Esta tesis la dedico
Primero a mis **padres**,
que sin ellos no hubiera tenido las oportunidades que me llevaron a este punto de mi vida y
profesión, a su apoyo en todo mi camino de enseñanza y aprecio a la investigación.

En segundo lugar, al amor de mi vida, **Migue**,
quien me ha acompañado, apoyado y sobretodo tolerado en este camino nada fácil,
tú que siempre tuviste una palabra de aliento, un consejo y una solución.

En tercer lugar, a mi persona favorita, mi hija **Sami**,
quien ha sido mi luz, mi alegría y ahora es quien me hace ser mejor cada día, ella que me
demuestra que la vida es tan corta para disfrutar todos los momentos buenos y malos, y que
siempre podemos ser la persona que queremos.
Por ti seré mejor cada día y lucharé hasta la muerte para darte lo que te mereces, un mundo mejor
que el que nosotros tuvimos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que formaron parte de mi educación, quienes de alguna u otra
forma han fungido como maestros no solamente de manera formal, sino maestros de vida,
quienes me guiaron a través de sus enseñanzas y sus ejemplos.

Gracias a todos los doctores de este Doctorado, quienes con su expertis nos mostraron más allá
de lo que se encuentra en libros de texto, al Coordinador Michael Demmler por guiarnos en este
camino, apoyarnos y no dejarnos declinar.

Dra. Denise Gómez Hernández gracias por darme grandes consejos no solamente en sus
asignaturas, sino para lograr el objetivo más difícil que es esta tesis, gracias por su apoyo,
comprensión y paciencia.

Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal quien fue un gran consejero, tanto para mi tesis como para
reflexionar en los temas socio-económicos que hacen que seamos personas de valores.

A mis compañeras de este doctorado y ahora de vida, Kristina e Ida, gracias por su apoyo, sus
ánimos, por dejarme ser parte de sus vidas y ser parte de la mía, gracias por ser mis amigas, mis
confidentes, mis Mosqueteras.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Problema de estudio	11
1.2 Justificación	12
2. ANTECEDENTES	15
2.1 Evolución de la evaluación	15
2.2 Calidad Educativa	17
2.2.1 Modelos de calidad	18
2.2.2 México: Modelos según los subsistemas	22
2.2.3 Querétaro: Sistema Educativo Superior	25
2.3 Marco Normativo	27
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	37
3.1 Evaluación educativa	37
3.1.1 Evaluaciones internacionales	38
3.1.2 Clasificaciones internacionales	40
3.1.3 Certificaciones y acreditaciones nacionales	41
3.2 Modelos financieros	46
3.2.1 Modelos de asignación de recursos	48
3.2.2 Programación por metas y DEA	51
4. METODOLOGÍA	66
4.1 Planteamiento del problema	66
4.1.1 Objetivos	66
4.1.2 Preguntas de investigación	67
4.1.3 Hipótesis	67
4.1.4 Población	68
4.1.5 Variables e indicadores	70
4.2 Métodos, técnicas y herramientas	74
4.2.1 Modelo	75
4.2.2 Interpretación	77
5. RESULTADOS	82
5.1 Análisis descriptivo	82
5.2 Análisis de los modelos DEA	92

5.2.1 Modelo considerando DEA CCR (Rendimientos Constantes a Escala).....	92
5.2.2 Modelo considerando DEA BCC (Rendimientos Variables a Escala).....	96
5.2.3 Discusión.....	100
5.2.4 Conclusiones.....	103
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS	115

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Modelos de calidad	20
Tabla 2. Instituciones de educación superior que reciben recurso estatal.....	27
Tabla 3. Ordenamientos federales.....	28
Tabla 4. Alineación del Plan Nacional de Desarrollo y Programa Sectorial de Educación.....	29
Tabla 5. Alineación del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro y Programa Sectorial de Educación del Estado de Querétaro.....	32
Tabla 6. Objetivos educativos del Plan estatal de desarrollo Querétaro 2021-2027.....	33
Tabla 7. Factores evaluados por los modelos internacionales.....	39
Tabla 8. Factores evaluados por THE, QS y ARWU.....	40
Tabla 9. Factores evaluados por CIEES y COPAES.....	43
Tabla 10. Factores comunes entre CIEES y COPAES.....	43
Tabla 11. Aspectos relevantes de las evaluaciones internacionales y nacionales.....	46
Tabla 12. Aspectos relevantes de los modelos de asignación de recursos.....	51
Tabla 13. Instituciones de educación superior públicas que reciben recurso del Estado.....	68
Tabla 14. Características de las diez IES analizadas.....	69
Tabla 15. Tabla de variables oficiales de Formato 911.....	71
Tabla 16. Indicadores de desempeño.....	72
Tabla 17. DMUs, variables de entrada y de salida.....	75
Tabla 18. Ejemplo de 1 entrada y 2 salidas.....	78
Tabla 19. Estadística básica de información del ciclo escolar 2020-2021.....	87
Tabla 20. Estadística básica de indicadores del ciclo escolar 2020-2021.....	89
Tabla 21. Salida modelo DEA CCR: 1 entrada y 7 salidas.....	92
Tabla 22. Sobrante (slack) del modelo con DEA CCR.....	93
Tabla 23. Objetivos de las variables de salida para que las DMUs alcancen la eficiencia.....	94
Tabla 24. Valores de presupuesto que se les debe asignar a las DMUs para alcanzar la eficiencia.....	95
Tabla 25. Salida modelo DEA BCC: 1 entrada y 7 salidas.....	96
Tabla 26. Slack (sobrante) del modelo considerando DEA BCC.....	97
Tabla 27. Objetivos de las variables de salida para que las DMUs alcancen la eficiencia.....	98
Tabla 28. Valores de presupuesto que se les debe asignar a las DMUs para alcanzar la eficiencia.....	99
Tabla 29. Comparación de resultados del modelo utilizando DEA CCR y BCC.....	101
Tabla 30. Tasas de crecimiento real, con el método DEA CCR y DEA BCC.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Circulo de calidad.....	18
Figura 2. Trayectoria de educación superior de acuerdo a la CINE.....	22
Figura 3. Subsistemas de educación superior según su sostenimiento.....	23
Figura 4. Modelo educativo.....	24
Figura 5. Subsistemas de educación superior en el Estado de Querétaro.....	26
Figura 6. Diagrama del sistema.....	52
Figura 7. Etapas de un estudio de investigación de operaciones.....	53
Figura 8. Ejemplo de diagrama de sistema con múltiples entradas y salidas.....	55
Figura 9. Diagrama del problema DEA-CCR.....	60
Figura 10. Diagrama del problema DEA-BCC (ejemplo 1).....	63
Figura 11. Diagrama del problema DEA-BCC (ejemplo 2).....	64
Figura 12. Diagrama del problema de 1 entrada y 2 salidas (tabla 18).....	79
Figura 13. Diagrama para modelo BCC.....	81
Figura 14: Presupuesto estatal asignado del año 2008 al 2021.....	83
Figura 15. Matrícula histórica de los ciclos escolares 2010-2011 al 2020-2021.....	84
Figura 16. Número de egresados del ciclo escolar 2016-2017 al 2020-2021.....	85
Figura 17. Profesores que laboran en las IES del ciclo escolar 2013-2014 al 2020-2021.....	86
Figura 18. Alumnos de nuevo ingreso del ciclo escolar 2013-2014 al 2020-2021.....	86
Figura 19. Gráfica de dispersión Presupuesto vs Egreso.....	88
Figura 20. Gráfica de dispersión Presupuesto vs Matrícula.....	88
Figura 21. Gráfica radial del indicador Costo por alumno.....	89
Figura 22. Gráfica radial del indicador Alumno por profesor.....	90
Figura 23. Gráfica radial del indicador Recurso Financiero.....	91
Figura 24. Gráfica radial del indicador Recurso administrativo.....	91

ABREVIATURAS Y SIGLAS

ARW: Shanghai Ranking Consultancy Academic Ranking of World Universities
BCC: método DEA con rendimientos variables a escala (por las siglas de sus autores)
CCR: método DEA con rendimientos constantes a escala (por las siglas de sus autores).
CIEES: Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior
CINDA: Centro Interuniversitario de Desarrollo
CINE: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación
COEPES: Comités de Evaluación
COPAES: Consejo para la Acreditación de la Educación Superior
DEA: Análisis Envolvente de datos (por sus siglas en inglés)
EFQM: Modelo Europeo de Gestión de la Calidad (por sus siglas en inglés)
IES: Instituciones de Educación Superior
ISO: Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés International Organization for Standardization)
MEXA: Modelo Experimental de Acreditación de Carreras del Mercosur
MIECEEES: Modelo de Indicadores de Evaluación del Espacio Europeo de Educación Superior
ONU: Organización de las Naciones Unidas
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PIFI: Programa Integral de Fortalecimiento Institucional
QS: Quacquarelli Symonds
SEP: Secretaría de Educación Pública
THE: Times Higher Education

RESUMEN

Esta investigación muestra un modelo de desempeño académico y financiero a través de la metodología de análisis envolvente de datos (DEA) considerando rendimientos constantes a escala (CCR) y rendimientos variables a escala (BCC). El modelo consta de una variable de entrada (insumo) y siete variables de salida (resultados). La variable insumo es presupuesto estatal asignado a la IES, las variables de resultado son: número de profesores, personal administrativo, programas educativos, matrícula total, número de egresados, alumnos de nuevo ingreso y programas educativos de calidad. El objetivo fue desarrollar un modelo que contemple el aspecto académico y financiero para la evaluación de instituciones de educación superior. Para ello se utilizó un modelo de programación lineal multi-objetivo, que se resolvió a través de la metodología de análisis envolvente de datos (DEA), el cual fue desarrollado considerando rendimientos constantes a escala y rendimientos variables a escala. El modelo que mejor se adecúa a las necesidades de esta investigación, la cual es la obtención de resultados académicos y el uso eficaz de los recursos estatales fue el DEA BCC (rendimientos variables a escala). En el cual se observan 7 IES en la frontera de eficiencia y 3 no eficientes (UNAQ, UTC y CBENEQ). El uso de la metodología DEA CCR solamente es efectiva cuando las IES tienen las mismas características, por ello también se muestra el modelo enfocado en 6 de las IES que pertenecen al subsistema de universidades tecnológicas y politécnicas. Sin embargo, el modelo desarrollado se limita a la información que las IES miden y se encuentra publicada oficialmente en las mismas instituciones o entregan a la Secretaría de Educación.

ABSTRACT

This research shows a model of academic and financial performance using the data envelopment analysis (DEA) methodology considering constant returns to scale (CCR) and variable returns to scale (BCC). The model consists of one input variable and seven output variables. The input variable is the state budget assigned to the HEI, the outcomes variables are: number of teachers, administrative staff, educational programs, students, number of graduates, new students and quality educational programs. The objective was to develop a model that contemplates the academic and financial aspect for the evaluation of higher education institutions. We used a multi-objective linear programming model, which was solved with the data envelopment analysis (DEA) methodology, which was developed considering constant returns to scale and variable returns to scale. The model that best suits the needs of this research, which is obtaining academic results and the effective use of state resources, was the DEA BCC (variable returns to scale). In which 7 HEIs are observed on the efficiency frontier and 3 non-efficient ones (UNAQ, UTC and CBENEQ). The use of the DEA CCR methodology is only effective when the HEIs have the same characteristics, for this reason the model focused on 6 of the HEIs that belong to the subsystem of technological and polytechnic universities is also shown. However, the developed model is limited to the information that the HEIs measure and is officially published in the same institutions or delivered to the Ministry of Education.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de estudio

La educación superior se ha visto envuelta en procesos evaluativos para mostrar la calidad en los diferentes procesos educativos. Se ha buscado evaluar a la educación de distintos ángulos, desde el proceso de enseñanza-aprendizaje, la calidad de los programas educativos, los sistemas informáticos y los sistemas de gestión. Sin embargo, no se ha definido un modelo que relacione los indicadores de desempeño de manera integral con la asignación de recursos (UNESCO, 2006). En el ámbito estatal se ha repartido el presupuesto a las IES (Instituciones de Educación Superior) públicas solamente con respecto al crecimiento de matrícula de las instituciones. Al respecto, la UNESCO (2006) plantea que la distribución de los recursos estatales se basa en presupuestos negociados. Por otro lado, López (2010) expresa la existencia de diferentes métodos que relacionan el financiamiento con diferentes factores como son la calidad de los procesos universitarios y la matrícula estudiantil.

La calidad educativa es uno de los objetivos primordiales para el sistema educativo nacional y estatal, así como para cada una de las instituciones. Muestra de ello son los planes de desarrollo a nivel Nacional y Estatal, así como el Programa Sectorial de Educación del Estado. Sin embargo, no se ha logrado empatar la asignación de recursos con respecto al desempeño, a pesar de la creación de las instituciones autónomas que se encargan de la evaluación tanto de las instituciones como de los programas educativos.

Existen investigaciones que presentan modelos de evaluación, sin embargo, no se ha llegado a un modelo integral hasta el momento. Por ejemplo, Mungaray et al. (2010) define el concepto de calidad educativa desde el campo empresarial, refiriéndose a mejorar y optimizar la gestión educativa de un modo continuo, lo que implica cuenta con estructuras institucionales y procesos de gestión para la aplicación de la mejora continua. Martínez Rizo (2010) además de los indicadores educativos, consideró indicadores sociales para evaluar los sistemas educativos.

Posteriormente Mungaray, et al. (2016) usa el término consolidación institucional para identificar a las Universidades Públicas Estatales que han logrado niveles de desempeño institucional por arriba del promedio nacional en la mayoría de los indicadores del Programa

Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), basándose en indicadores puramente académicos. Pérez-Cabrera (2016) contempla para los indicadores los ejes de calidad, eficiencia y eficacia, no obstante, estos solamente se aplican al proceso académico. Además, Manzano-Arrondo (2017) presenta algunos inconvenientes a los que se enfrentan las IES ante la evaluación de sus organizaciones y para ello propone ocho principios para realizar un cambio de paradigma, donde considera una evaluación global de las instituciones, para eliminar la barrera de las áreas disciplinares.

Ante esta situación y la necesidad actual de evidenciar el desempeño de las instituciones públicas, se plantea la presente investigación como una propuesta adecuada para medir el desempeño de cada una de las instituciones de educación pública de nivel superior a través de un modelo integral que permita mejorar a las IES y facilitar el proceso de asignación de recurso estatal. El objetivo es diseñar un modelo de evaluación de desempeño para las IES públicas del Estado de Querétaro que considere indicadores académicos y financieros. Para ello se compararán los modelos de desempeño ya existentes y se buscará el desarrollo de uno nuevo que considere tanto variables académicas, como financieras. Aunado a lo anterior, se evaluarán las ventajas y desventajas de cada modelo y se calcularán los modelos con datos históricos de las IES.

1.2 Justificación

La educación ha sido un tema de suma importancia para la economía de un país (García Cabrero, 2010). Según la UNESCO (2003), canalizar recursos a la enseñanza superior refleja ventajas significativas en el mercado de trabajo, ya que se observa un ingreso mayor en los trabajadores que cuentan con este nivel educativo, aunque sugiere que este financiamiento debe ser mejor focalizado.

Por otro lado, la OCDE (2017) reporta que la tasa de empleo en adultos con educación superior es 10 puntos porcentuales por arriba de los adultos que solamente finalizaron la educación secundaria o media superior, además las oportunidades laborales crecen cuanto mayor nivel educativo se tenga. De hecho, alcanza hasta un 85% de posibilidades de tener empleo para los adultos que cuenten con educación superior en comparación del 75% para los que cuentan solamente con educación media superior, y 60% para los que cuentan con educación secundaria, es decir, cuanto más elevado el nivel educativo, los adultos alcanzan tasas de empleo más altas. También OCDE (2017) reporta que los adultos de 25 a 64 años reciben en promedio un 56% más

ingresos quienes finalizaron la educación superior con respecto a los que solamente cuentan con educación media superior. Lo cual sugiere que el acceso a la educación es una oportunidad para que la población acceda a un mayor nivel económico, así como para aumentar la productividad de la región y en específico del Estado.

Aunado a lo anterior, la meta 4.3 de los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 (ONU, 2015) busca contribuir para que los países cuenten con una educación técnica, profesional y superior de calidad, lo cual requiere del actuar de todos los frentes para cumplir este objetivo. Considerando el concepto que presenta el Diccionario de la Lengua Española, calidad es la propiedad o el conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor, las cuales pueden identificar su excelencia y superioridad. Por otro lado, según la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés), la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Refiriéndose concretamente a la calidad educativa COPAES (2016), se define como la propiedad de cumplir con los estándares previamente establecidos que las instituciones o programas educativos deben desempeñar y en el ámbito gubernamental se traduce en servicios eficaces, oportunos y transparentes que buscan siempre satisfacer las necesidades y expectativa de los usuarios a través de la innovación y mejora continua.

Para este trabajo se considera la calidad educativa apeándose al marco normativo y los objetivos del Programa Nacional de Educación, así como los Planes Regionales y Estatales vigentes. Es decir, se considera como calidad educativa el grado de cumplimiento de la o las propiedades que cumplen con los estándares académicos, así como con el servicio eficaz, oportuno y transparente. Esta definición responde a la concepción de la calidad como transformación, donde se centra en el producto y su aptitud para cierto propósito (Espinoza, González y Castillo, 2016). Las investigaciones académicas y la vinculación con las instancias públicas encargadas de la educación superior se vuelven indispensables para aumentar las posibilidades de desarrollo del modelo, con el fin de contribuir con la meta a nivel estatal.

En el Estado de Querétaro, las Instituciones de Educación Superior (IES) públicas albergan el 60.9% de la matrícula total en el Estado (COEPES, 2017). La matrícula atendida en el ciclo escolar 2016-2017 por estas IES alcanzó los 48,391 alumnos, representando un 2.23 % de incremento a la registrada en el ciclo inmediato anterior. Por otro lado, el presupuesto estatal

otorgado a estas instituciones aumentó el 8% del año 2016 al 2017 (COEPES, 2017; La Sombra de Arteaga, 2015 y 2016).

Sin embargo, el recurso con el que se cuenta es limitado y su asignación debe ser adecuada para que se invierta en las instituciones con el mayor desarrollo académico y eficiencia financiera. Bonnefoy y Armijo (2005) hacen hincapié en la evaluación del desempeño de la gestión pública a través del desarrollo e implementación de indicadores de desempeño. Por ello el tema que se va a desarrollar es de gran importancia, ya que busca presentar un modelo de indicadores integrales, donde se consideran además de indicadores de calidad educativa, los de desempeño institucional. El propósito es que los tomadores de decisiones asignen los recursos de manera eficiente y adecuada para cada institución. Por otra parte, se busca que sea una herramienta para que las mismas instituciones obtengan la información suficiente para mejorar su calidad, y por ende, alcance un mayor beneficio para la sociedad. Por lo que, el propósito de este trabajo es presentar un modelo que contemple indicadores de desempeño académico y financiero de las Instituciones de Educación Superior del Estado de Querétaro de carácter público, que reciben presupuesto estatal.

2. ANTECEDENTES

Este capítulo se divide en tres secciones. En el primer apartado se presenta una breve descripción del desarrollo de la evaluación, el segundo apartado busca definir el concepto de calidad en el ámbito educativo, mostrando dos de los modelos más conocidos a nivel internacional. El tercer apartado integra el marco regulatorio de la educación superior en México, tanto a nivel federal como estatal, así como los planes y programas nacionales y estatales.

2.1 Evolución de la evaluación

En el ámbito internacional, el objetivo cuatro de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) refiere la importancia de la educación de calidad, en específico dentro de las metas 3 y 4 que fomentan la educación inclusiva de calidad y que promueven las oportunidades de aprendizaje permanente para todos (ONU, 2015). La primera busca asegurar el acceso a la formación técnica, profesional y superior de calidad con igualdad de oportunidades para hombres y mujeres. Mientras que la segunda se relaciona al bienestar económico, ya que busca aumentar la participación tanto de jóvenes y adultos en el aprendizaje técnico y profesional con el objetivo de acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. El gobierno de México considera para ello la implementación de la Reforma Educativa con el objetivo de brindar una educación de calidad (Gobierno de México, 2020)

Aunado a lo anterior, García Cabrero (2010) refiere la importancia de la educación para el crecimiento económico de un país, buscando divulgar los fundamentos teóricos básicos para el desarrollo de los sistemas de monitoreo y evaluación de la calidad de la educación. A lo largo de la historia, muchos son los investigadores que han escrito sobre la evaluación de las instituciones educativas.

De forma general, se habla de cuatro generaciones descritas por Egon G. Gubba e Yvonna S. Lincoln (1981, 1989) y la quinta generación denominada ecléctica detallada por Noelia Alcaraz Salarirche (2015). A lo largo de los años se observa que el término de evaluación se ha ido complementando. Aunque se iniciaron con test para medir diferentes tipos de habilidades, tanto en los estudiantes como en los maestros, hasta el momento se siguen utilizando estas herramientas y se han extendido a la medición desde las instituciones hasta los programas educativos o algún aspecto específico que se requiera. También se observa la voluntad por buscar sistematizar este

ejercicio y sobretodo eliminar la subjetividad de las mediciones a través de la conceptualización y definición metodológica. Lo más importante es que a través de la evaluación se busca la mejora en todos los aspectos educativos, con el fin de tomar decisiones a nivel institucional y en el ámbito gubernamental, y la creación de políticas públicas que mejoren el sistema educativo.

Además de considerar los tipos de evaluaciones, es importante considerar las características y funciones que se deben contemplar en una evaluación. Valenzuela González (2017) utiliza la clasificación para delimitar el propósito de su libro, el cual busca la evaluación de instituciones educativas, que es un caso particular de la evaluación educativa. La cual es considerada según el objeto de evaluación, como evaluación de instituciones educativas y busca determinar la efectividad y la eficiencia de las instituciones.

Estas clasificaciones llevan a enfocar el tipo de evaluación que mejor corresponda, según el objetivo que se persigue. Por lo que Valenzuela González (2017) utiliza la clasificación para delimitar el propósito de su libro, el cual busca la evaluación de instituciones educativas, que es un caso particular de la evaluación educativa. La cual es considerada según el objeto de evaluación, como evaluación de instituciones educativas y busca determinar la efectividad y la eficiencia de las instituciones.

Cada investigador ha añadido diferentes factores que han definido el término de evaluación de manera integral. Así que se busca que la evaluación integre algunas características primordiales, como son la utilidad, viabilidad, legitimidad y la precisión. Es por ello que la información utilizada se recaba directamente de las IES o de sus páginas oficiales o de las de gobierno del estado, en específico de la Secretaría de Educación.

La evaluación que se pretende realizar, se ubica en la evaluación verdadera dentro del estudio para la toma de decisiones, ya que tiene como propósito agilizar y facilitar el proceso de asignación de recursos, mediante un proceso sistemático en el cual se delimita, recolecta y proporciona información útil (Lukas Mujika y Santiago Etxebarria, 2004). Esto se llevará a cabo a través de indicadores académicos y financieros para el desarrollo de un modelo cuantitativo dentro de la fase de planeación anual presupuestaria estatal. En la clasificación de Barrenetxea, Cardona y Echebarria (2006) esta evaluación esta enfocada a la mejora y es clasificada como un estudio orientado a la toma de decisiones.

2.2 Calidad Educativa

Las instituciones educativas de nivel superior tienen el reto continuo de elevar la calidad de los profesionistas que afrontarán las exigencias económicas, tecnológicas y organizacionales del mundo. La mejora en los servicios educativos sólo es posible a través de un proceso de evaluación que permita analizar el aprovechamiento de la infraestructura, el presupuesto, el personal académico y administrativo, además de los currículos y programas de estudio, e implantar acciones que coadyuven a incrementar la productividad, la competitividad, la eficiencia y la calidad de los procesos organizacionales (Valenzuela González, 2017).

Sin embargo, el sistema educativo de nivel superior es muy complejo ya que influyen múltiples factores como son el cultural, social, económico, político, filosófico y pedagógico, que generan un contexto muy diferente para cada IES. La misma complejidad de la acción educativa para las distintas áreas del conocimiento hacen que cumplir con el propósito de la educación superior se vuelva un tema en constante investigación. Por esta razón el concepto de calidad educativa ha sufrido modificaciones a lo largo del tiempo.

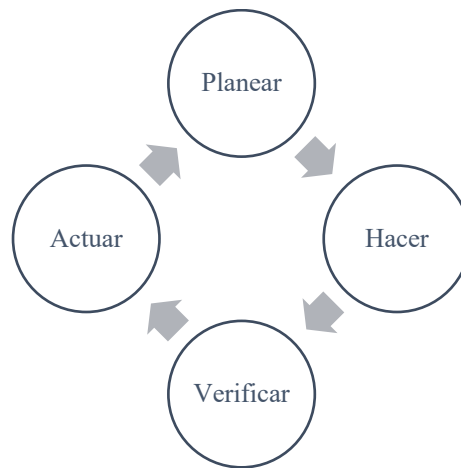
A partir de la década de los 80, a consecuencia de que en el sector empresarial el concepto de calidad se hacía presente, las instituciones educativas también fueron introduciendo la calidad dentro de sus procesos. Es por ello, que se empezaron a aplicar los modelos de calidad en el sector educativo. Además, derivado de los recortes en los subsidios por parte del estado y una mayor competencia entre instituciones educativas, se implementó la evaluación como condicionante para la asignación de recursos. Al implantar mecanismos de evaluación y acreditación para las instituciones primordialmente públicas se buscó incrementar la calidad de las instituciones (Arredondo Rivera, 2006).

Debido a lo anterior tanto el modelo de Gestión de la Calidad Total y el Modelo Europeo de Gestión de la Calidad (más adelante se retomarán estos dos modelos) se aplicaron en las instituciones educativas, sin tener un carácter académico. Estas evaluaciones se realizan a través de empresas privadas, las cuales están enfocadas a todo tipo de organizaciones, con el objetivo de definir metas específicas, así como estándares que deben cumplir ya sea por normas específicas o por requerimientos de sus propios clientes.

2.2.1 Modelos de calidad

Primeramente, para comprender el concepto de calidad es necesario conocer a los maestros en la materia, comenzando con Frederick W. Taylor quien introdujo los métodos de trabajo en las fábricas con el objetivo de incrementar la productividad a través de los trabajadores calificados. De aquí surgió la administración de la calidad a través de la estandarización de los trabajos, la organización por funciones y el desarrollo de métodos. Posteriormente W. Edward Deming define la calidad total en el aspecto industrial como una medida que contribuye a que el producto cumpla con los requisitos establecidos por una especificación o estándar (Deming, 1989). Por lo que la calidad total se define a través de un juicio que se realiza para determinar si un producto o servicio alcanza el grado de satisfacción requerido. Un legado que dejó Deming fue el círculo de Calidad que se observa en la Figura 1. La cual ha sido la base para el proceso de mejora continua dentro de las organizaciones.

Figura 1. Círculo de calidad.



Fuente: elaboración propia adaptado de Deming.

El diagrama muestra las cuatro etapas que se deben contemplar para considerar un enfoque sistemático. La primera etapa es la de planear, donde se definen las metas y objetivos de la mejora para realizar un plan de trabajo. El segundo paso es el de hacer, en la que se pone en práctica el plan de trabajo establecido anteriormente. La tercera etapa se refiere a verificar, la cual busca asegurarse que las metas se cumplan, para ello es importante haber establecido los parámetros a los que se deben llegar. El último paso es el de actuar, donde se verifican los resultados y en caso

de no cumplir con las expectativas se deben realizar las modificaciones necesarias para cumplir con los resultados. Es cíclico para generar este proceso sistemático y de mejora, donde las organizaciones deben estar en continuo avance. Este diagrama también se le denomina círculo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).

Taylor (1911) consideró la calidad orientada al cliente o usuario, donde promulgaba la realización de tareas específicas a través de la observación de los procedimientos realizados por los trabajadores y la medición de la salida del producto, los cuales juegan un papel indispensable para la mejora continua. Por lo que una de sus aportaciones fue la búsqueda del mejoramiento de la eficiencia a través de mediciones e información, lo cual permite obtener el mayor beneficio para su análisis. Lewis y Smith (1994) complementan la definición de Deming considerando que todos los trabajadores deben participar en la mejora continua y deben permearse a todas las actividades que se realizan en la empresa. El hecho de aplicar la filosofía de calidad total tendrá como consecuencia un incremento en la rentabilidad y en la productividad.

En el ámbito educativo Casassus (2000) considera que la calidad educativa es un tema polémico derivado de la amplia gama de áreas en las que se ha aplicado, desde la pedagogía hasta criterios muy específicos como son las tutorías, la gestión administrativa, entre otros. Refiere algunos principios del pensamiento sobre la calidad que permiten introducir estratégicamente la visión de la calidad al interior de la organización, como son la planificación, control y mejora continua. Además, enlista los componentes principales como son la identificación de los usuarios y sus necesidades, el diseño de normas y estándares de calidad, el diseño de procesos que conduzcan hacia la calidad, la mejora continua de las distintas partes del proceso y la reducción de los márgenes de error que hacen mas caros los procesos.

Díaz-Barriga (2005b) define la calidad en la educación como la capacidad institucional de mostrar el incremento de una serie de indicadores. Para ello las IES han recurrido a ciertos mecanismos para demostrar la mejora que hay en sus organizaciones a diferentes niveles, como son las acreditaciones y certificaciones tanto a nivel institucional como a los programas educativos o ciertos procesos (enseñanza-aprendizaje, gestión administrativa, entre otros). De esta manera, se han utilizado modelos para el aseguramiento de la calidad en las instituciones educativas, aunque se habían creado primordialmente para evaluar al sector industrial. Para describir los modelos que mas se usan en la actualidad es necesario comenzar por hablar del Modelo de Gestión de la Calidad

Total (TQM), ya que es el predecesor del modelo ISO y el EFQM (Modelo Europeo de Gestión de la Calidad).

El modelo de calidad total (TQM por sus siglas en inglés) fue desarrollado entre los años 1970 y 1980 por Armand V. Feigenbaum y Kaoru Ishikawa en la industria japonesa. Aunque se basa en los trabajos de Joseph Duran y Edward Deming sobre calidad y mejora continua. Este modelo tiene un enfoque hacia la gestión, lo cual sugiere como objetivo principal cambio cultural de la organización, por lo que la capacitación y educación de los empleados es más valioso para cumplir con los requisitos que los clientes solicitan. Es decir, hace mayor énfasis en las personas para alcanzar el cambio cultural de la organización y por lo tanto sus objetivos. Su propósito es la competitividad, eficacia y flexibilidad de la organización. Para el cumplimiento de sus propósitos considera cuatro conceptos básicos:

1. Principios básicos para lograr la calidad total
2. Modalidades de mejoramiento
3. Ciclo de control para el mejoramiento
4. Actividades para iniciar un proceso hacia la calidad total

El modelo TQM se ha estado retirando, derivado de que el modelo ISO lo ha ido reemplazando. La tabla 3 muestra los modelos más conocidos, el ISO 9001:2015 y el Modelo Europeo de Gestión de la Calidad (EFQM), donde se observan los pilares básicos en los que se enfoca el propósito de la evaluación.

Tabla 1. Modelos de calidad

ISO 9001: 2015	EFQM
Enfoque al cliente	Liderazgo
Liderazgo	Gestión del personal
Compromiso del personal	Planificación y estrategia
Enfoque a procesos	Recursos
Mejora continua	Procesos
Toma de decisiones basada en evidencia	Satisfacción del personal
Gestión de las relaciones	Satisfacción del cliente
	Impacto en la sociedad

Fuente: elaboración propia considerando los principios de los modelos ISO y EFQM.

El modelo ISO 9000 se desarrolla a través del Comité Técnico ISO/TC 176 de la ISO (International Organization for Standardization). El modelo ISO 9001: 2015 se enfoca más en la

gestión de los procesos y directamente en cumplir la satisfacción de los clientes. El modelo EFQM continúa priorizando el factor humano como motor para alcanzar sus objetivos (como su predecesor TQM), además de que hace hincapié en las mediciones a través de indicadores que permitan comparar su desempeño. Ambos modelos tienen la flexibilidad de ajustarse a los intereses de las organizaciones evaluadas. En el caso de las IES, estos modelos buscan estandarizar los procesos que consideran prioritarios para cumplir con el objeto de creación de las universidades (Loncomilla Igor, 2007).

También se han aplicado estos modelos en las IES por su coincidencia en el área de servicios en la industria. Srikanthan y Dalrymple (2003) desarrollan el modelo de gestión de la calidad en instituciones educativas. González López y López Cobo (2010) sugieren que la contribución más importante de una evaluación de calidad es la que contempla cinco dimensiones: relevancia, eficacia, efectividad, congruencia y eficiencia.

Sin embargo, este tipo de evaluaciones dependen de los alcances que se proponen las organizaciones. Es decir, el éxito de estas acreditaciones depende del propósito que la institución plantea para realizar el proceso de acreditación, ya que las evaluaciones se adecúan al objetivo que se plantea la organización y desarrolla el plan de auditoría con respecto al plan que se agenda. De ahí se dice que el concepto de calidad es relativo, ya que depende de los propósitos de las instituciones y las circunstancias que definen los alcances de las evaluaciones para medir la calidad y buscar la mejora continua.

Los dos modelos de calidad presentados tienen como fin último la mejora a través de modelos de gestión, donde se trazan objetivos específicos y se evalúan todos los procesos que comprometen el logro de los objetivos. Para realizar esta investigación se busca cumplir la satisfacción de los clientes a través del cumplimiento de los requerimientos específicos (ISO 9001:2015). Además, la mejora de las instituciones se basará en la medición y retroalimentación de cada uno de los procesos (EFQM). Se retoma el análisis de las IES a través del enfoque a procesos, la definición de objetivos a través de la satisfacción del cliente y la mejora mediante la medición.

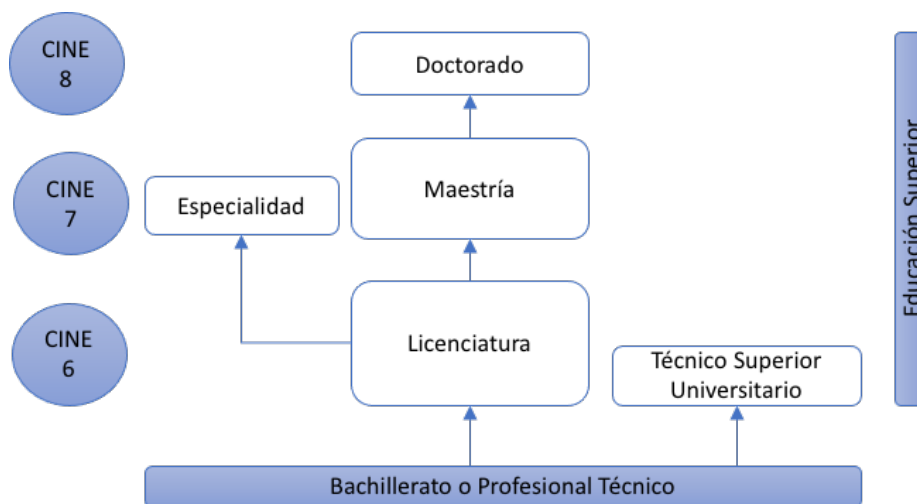
Para cumplir con los requerimientos de los clientes, es necesario conocer el contexto institucional, revisar los objetivos planteados por el cliente (en este caso el cliente es el gobierno estatal) y se debe centrar nuestra atención en el modelo educativo para evaluar cada uno de los procesos que inciden en el logro de los objetivos. En el apartado 2.3 de Normatividad se observan

los planes y programas educativos estatales, los cuales muestran las prioridades del gobierno estatal. Por otro lado, en el apartado 2.2.2 se realiza una breve descripción del sistema educativo nacional con el fin de definir los procesos claves de las IES, y en el apartado 2.2.3 se describe el sistema educativo público estatal del nivel superior para acotar el modelo y las variables que se definen para éste.

2.2.2 México: Modelos según los subsistemas

El sistema educativo superior o educación terciaria en México está integrado por los estudios de técnico superior universitario o profesional asociado, de licenciatura y de posgrado. Este último se conforma por los grados de especialización, maestría y doctorado. En la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) estos programas incluyen los niveles 5, 6, 7 y 8 (UNESCO-UIS, 2013). Las instituciones que se han creado para satisfacer la demanda del estudiantado para recibir el servicio de docencia, cumplen las funciones de investigación científica, humanística y tecnológica, estudios tecnológicos, servicios de extensión, preservación y difusión de la cultura (SEP, 2019)

Figura 2. Trayectoria de educación superior de acuerdo a CINE.

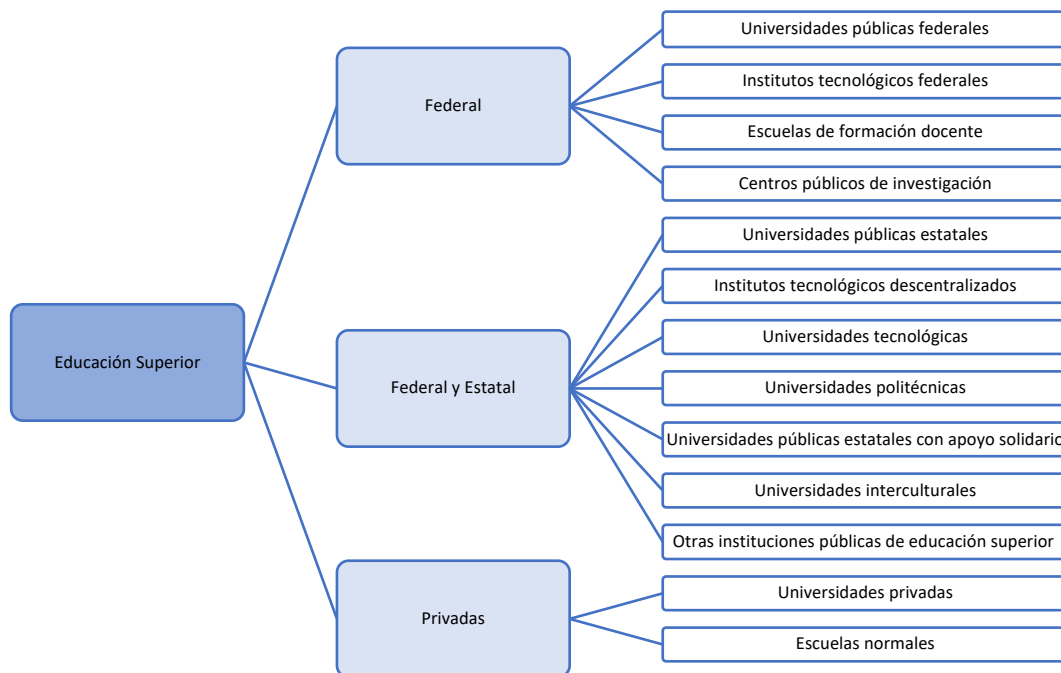


Fuente: Trayectoria de educación terciaria (UNESCO, 2013).

El sistema educativo superior de México se divide según el régimen jurídico y por sostenimiento de las instituciones. Por ello se puede catalogar a las IES según su financiamiento en públicas y privadas. Además, se reconocen 13 subsistemas educativos a lo largo del país, los

cuales varían según el organismo gubernamental al que dependen y su responsabilidad, su fuente de sostenimiento, tamaño y matrícula. La figura 3 muestra los trece subsistemas clasificados según la fuente de financiamiento.

Figura 3. Subsistemas de educación superior según su sostenimiento.



Fuente: elaboración propia con información de SEP (2020).

Estos 13 subsistemas integran un conjunto muy amplio de instituciones muy diversas entre si. El enlace de estas instituciones con el estado es a través de algunos organismos o instituciones como son la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE) que coordina las universidades privadas; el Tecnológico Nacional de México (TecNM) que regula las instituciones tecnológicas tanto centralizadas como descentralizadas; la Dirección General de Educación Superior (DGESU) que regula las universidades públicas estatales; la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP) que coordina las universidades tecnológicas y politécnicas; y la Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe (CGEIB) que regula las universidades interculturales.

Cada uno de los subsistemas tienen muy marcado sus actividades complementarias como institución. Por ejemplo, las universidades tecnológicas dan prioridad a resolver la demanda laboral de la industria, por ello las actividades de vinculación son prioridad; mientras que las

universidades públicas estatales dan importancia a la investigación. En modo de resumen se desarrolla la figura 4 que muestra de manera general las actividades que las IES realizan. Aunque esta figura 4 muestra tres grandes subprocesos, cada universidad pondera de diferente manera cada una de sus actividades, ya sea por el subsistema al que pertenecen, o la consolidación en la que se encuentren. Sin embargo, en el centro de todo se encuentra el proceso de enseñanza-aprendizaje que es la razón de ser de las universidades.

Figura 4. Modelo educativo.



Fuente: elaboración propia.

La figura 4 busca generalizar las actividades principales de las instituciones en este caso públicas de nivel superior, donde se revisaron la misión y objeto de creación de las universidades, para delimitar el alcance de esta investigación y dar claridad a las prioridades de las instituciones. Como se observa, el modelo considera como entrada a los alumnos egresados de educación media superior y como salida los egresados en este caso de educación superior, pero es un modelo que también se puede adecuar al nivel de posgrado. Las actividades de soporte son aquellas que son necesarias para realizar el servicio educativo, como son las funciones administrativas y de gestión, así como el sistema tecnológico para el apoyo administrativo. Las actividades complementarias son todas aquellas que abonan al proceso educativo como son la vinculación empresarial (prácticas

profesionales, estadías, etc.), la extensión (servicio social, desarrollo social) e investigación. Sin embargo, como se comentó anteriormente, dependiendo del subsistema y de la misma IES y su contexto, tienen más desarrollado un proceso que otro, o se enfocan más en ciertas actividades por la razón de ser de cada universidad.

En cuanto a la regulación, como se aclara en el siguiente apartado, el Estado permite que particulares puedan impartir programas de educación superior. Sin embargo, estos deben contar con el Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios (RVOE) otorgado por la Federación o por los Estados. En el ciclo escolar 2019-2020 se contabilizaron 4,237 instituciones, las cuales cuentan con 6,701 escuelas que ofrecen 45,140 programas educativos y albergaron 4.9 millones de alumnos (4,931,200) tanto en programas presenciales como a distancia (SEP, 2020), estas cifras no consideran las instituciones particulares sin reconocimiento oficial.

Respecto al financiamiento, cuatro subsistemas (Universidades Federales, Institutos Tecnológicos Centralizados, Escuelas Normales y Centros de Investigación) reciben recurso del gobierno federal. Siete subsistemas reciben tanto recurso estatal como federal en diferentes proporciones. Además, todas las IES pertenecientes a todos los subsistemas, pueden generar ingresos propios. En cuanto a su independencia, las universidades autónomas cuentan con independencia en sus procesos internos, como son selección de personal, determinación de sueldos de profesores, procesos de admisión para estudiantes, desarrollo e impartición de programas educativos y administración de recursos. Pero al recibir recurso público deben cumplir ciertos mecanismos de transparencia y rendición de cuentas (Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, 2016 y 2015). Por otra parte, los demás subsistemas públicos, cuentan con autonomía parcial, ya que para algunas decisiones es necesario solicitar la autorización de gobierno, según su regulación pueden ser a través de juntas directivas, consejos consultivos o mediante la SEP.

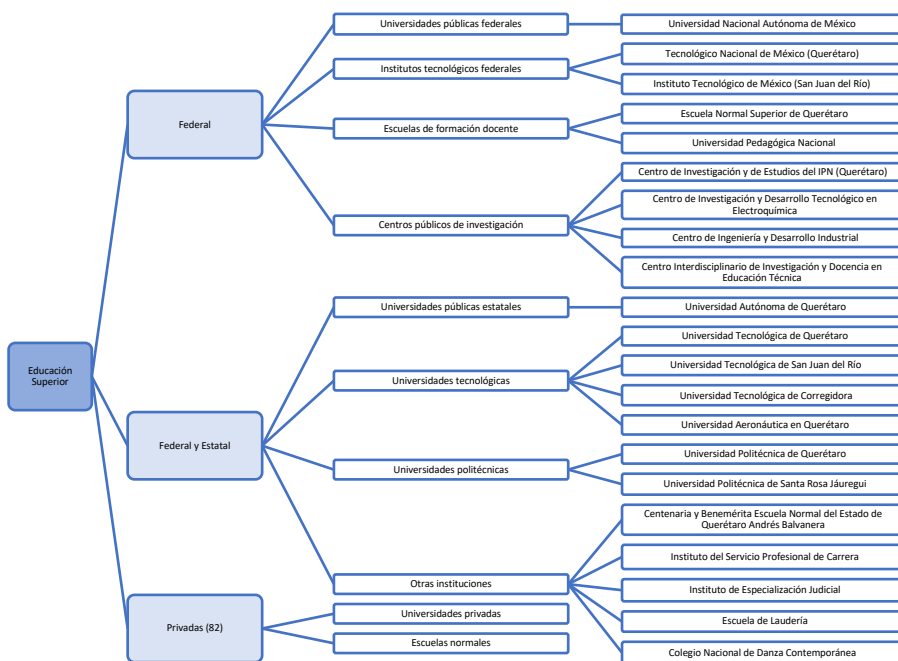
2.2.3 Querétaro: Sistema Educativo Superior

En el ciclo escolar 2019-2020 en Querétaro se contó con 95,818 estudiantes en la educación terciaria, mientras que para el ciclo escolar 2020-2021 se atendieron 96,940 alumnos. De los cuales 42.96% son atendidos por la iniciativa privada y el 57.04% por el sector público. Sin embargo, a

diferencia de las 82 IES privadas que atienden 41,648 alumnos, el sector público atiende a 55,292 en solamente 22 IES. Es decir, el 21.15% de las instituciones de educación superior son de sostenimiento público y 78.84% de sostenimiento privado.

De manera que en Querétaro en el ciclo escolar 2019-2020 se cuenta con una cobertura de 48.7%, este define el porcentaje de alumnos que asisten al nivel educativo superior (TSU y licenciatura), entre la población total de los jóvenes de 18 a 22 años. En este caso se tomaron las proyecciones de CONAPO en abril 2013, los cuales son 187,050. Además, se cuenta con una absorción de 93.4% con respecto a la media superior, lo cual quiere decir que, de 100 alumnos que egresan del nivel medio superior, 97 logran ingresar al nivel superior, es decir a TSU o licenciatura (USEBEQ, 2020a).

Figura 5. Subsistemas de educación superior en el Estado de Querétaro.



Fuente: elaboración propia con directorio de USEBEQ (2020).

Por otro lado, USEBEQ (2020a) muestra que los alumnos son atendidos por 9,550 docentes, de los cuales 55.4% se encuentran adscritos a instituciones privadas (correspondientes a 5,658) y solamente el 44.6% pertenecen a instituciones públicas (correspondientes a 4,543 docentes). Además, cuentan con 6,699 personas de apoyo administrativo. También se observa que

pese a la crisis sanitaria producida por el COVID 19, no hubo decremento en la matrícula de educación pública, de hecho, aumentó un 1.17% con respecto al ciclo inmediato anterior.

Respecto a los subsistemas, en Querétaro no se cuenta con la presencia de todos los que existen a nivel nacional, la figura 5 muestra los 10 subsistemas que tienen presencia en Querétaro, así como las IES públicas que se encuentran presentes en el Estado.

Sin embargo, solamente diez de estas IES públicas reciben recurso estatal, el cual se asigna el año anterior al ciclo fiscal a través del diario oficial de Querétaro, la Sombra de Arteaga. La tabla 2 muestra las instituciones que reciben recursos estatales, además se muestran el presupuesto publicado en el año 2020 y la matrícula correspondiente al ciclo escolar 2020-2021.

Tabla 2. Instituciones de educación superior que reciben recurso estatal.

IES	Presupuesto	Matrícula
Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)	827,730,323	25,470
Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ)	206,573,159	6,054
Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC)	14,945,390	452
Universidad Tecnológica de San Juan del Río (UTSJR)	99,366,053	3,255
Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ)	35,242,248	3,961
Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ)	21,609,680	1,559
Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ)	93,163,336	1,296
Escuela Normal del Estado de Querétaro (CBENEQ)	169,128,213	1,871
Escuela Normal Superior de Querétaro (ENSQ)	5,128,830	199
Universidad Pedagógica Nacional en Querétaro (UPN)	8,263,822	1,422

Fuente: La Sombra de Arteaga (2020) y estadística básica de inicio de ciclo de USEBEQ (2021).

Estas 10 IES atienden a 45,538 estudiantes de nivel superior, los cuales corresponden al 46.97% del total de alumnos en educación terciaria en el ciclo escolar 2020-2021 en el estado.

2.3 Marco Normativo

Existen leyes, reglamentos y normas que dan estructura al tema educativo en México. En este apartado se revisan los que refieren en exclusiva a la educación superior. Empezando por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la máxima instancia regulatoria, la cual en su artículo 3 fracción VI refiere al RVOE que se otorga como reconocimiento a los programas educativos en instituciones particulares que cuentan con validez oficial; la fracción VII refiere que las IES con autonomía, pueden gobernarse solas y tendrán libertad de cátedra e investigación y de

libre examen y discusión de las ideas. Son autónomos en planes y programas; términos de ingreso, promoción y permanencia de académicos y administrar su patrimonio. Además, en la fracción X refiere la obligatoriedad que corresponde al Estado, a la Federación y locales a través del establecimiento de políticas para fomentar la inclusión, permanencia y continuidad. La tabla 3 muestra las regulaciones establecidas a nivel nacional.

Tabla 3. Ordenamientos federales.

Ley o reglamento	Fecha de publicación	Fecha de última reforma
Ordenamientos federales		
Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	05-02-1917	11-03-2021 28-05-2021
Ley General de Educación	13-07-1993 Reforma 19-01-2018	30-09-2019 Abrogada
Ley para la Coordinación de la Educación Superior	29-12-1978	20-04-2021 Abrogada
Ley General de Educación Superior	20-04-2021	Sin reforma
Ley General de Infraestructura Física Educativa	01-02-2008	30-09-2019 abrogada
Reglamento de la Ley General de la Infraestructura Física Educativa	05-07-2013	Sin reforma
Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores	21-03-2008	26-07-2016
Reglamento Interior de la Secretaría de Educación Pública	21-01-2005	23-03-2017
Ley de Ciencia y Tecnología	05-06-2002	08-12-2015
Ley del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación	11-09-2013	abrogada
Ley Reglamentaria del artículo 3° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de mejora continua de la educación	30-09-2019	Sin reforma

Fuente: Elaboración propia con información del Diario Oficial de la Federación.

La Ley General de Educación, como ley reglamentaria del artículo tercero constitucional contiene disposiciones que regula aspectos tanto de la educación básica como la educación superior. El Capítulo IV integrado por los artículos 47, 48, 49, 50 y 51, refiere la regulación específica para el tipo de educación superior. Se destaca el artículo 50, el cual busca impulsar el establecimiento de un sistema nacional de educación superior que coordine los subsistemas universitarios, tecnológico y de educación normal y formación docente que permita garantizar el desarrollo de la oferta educativa con miras a atender las necesidades nacionales y regionales.

Respecto al financiamiento, el artículo 119 de la Ley General de Educación establece que el monto anual destinado en educación pública y en los servicios educativos, no podrá ser menor al equivalente del 8% del PIB del país, del cual, se destinará al menos el 1% del PIB al gasto para

la educación superior y la investigación científica y humanística, así como el desarrollo tecnológico y la innovación en las instituciones públicas de educación superior. Además, refiere que las instituciones públicas de educación superior colaborarán con las instancias fiscalizadoras para verificar la aplicación de los recursos que se le destinen. También establece las disposiciones en materia de financiamiento para dar cumplimiento a la obligatoriedad y la gratuidad de la educación superior, incluyendo las responsabilidades y apoyos de las autoridades locales.

Cabe mencionar que también se publicó la Reforma Hacendaria, con una reforma constitucional en materia de gasto público y fiscalización, la cual obliga a que los tres órdenes de gobierno deberán evaluar los resultados que se obtienen con los recursos públicos. Además, obliga a que el gasto debe ser administrado bajo cinco principios: eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez.

A nivel estatal, en la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Querétaro, en su artículo cuarto reconoce la autonomía de la universidad pública, además buscará promover y atender la educación superior necesaria para el desarrollo del Estado destinando el subsidio suficiente y oportuno para el cumplimiento eficaz de sus fines.

Por otro lado, la Ley de Educación del Estado de Querétaro, en su artículo 3 refiere a la regulación de la educación superior que sea según el artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y por las leyes y convenios que se suscriba la Secretaría de Educación del Estado de Querétaro. En su artículo 13 fracción II y V, la Secretaría tiene las siguientes atribuciones: El Servicio de las Normales estarán guiados por el Servicio Profesional Docente. En el mismo, fracción XIII refiere que la secretaría tiene la obligación de realizar y publicar anualmente un estudio donde aparezcan las IES públicas y privadas, las licenciaturas que imparten en el Estado y el número de egresados por licenciatura en el Estado.

Además de la normatividad Federal, Estatal y Municipal en materia educativa, existen objetivos que se planean al inicio de cada administración de gobierno y se planifican a través de planes nacionales, regionales y locales a largo, mediano y corto plazo. Las tablas 4 y 5 enlistan los objetivos referentes a educación de los tres niveles de gobierno. El gobierno publica los objetivos referentes a educación a través de los planes de desarrollo a nivel Nacional y Estatal, así como los Programas Sectoriales de Educación a nivel Federal y Estatal.

En el 2020 se publicó el Programa Sectorial de Educación 2020-2024 a nivel nacional, el cual define seis objetivos prioritarios, 30 estrategias y 274 acciones. A diferencia de los demás éste cuenta con seis metas para el bienestar y doce parámetros para su seguimiento.

Tabla 4. Alineación del Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Educación.

Alineación de los Planes Nacionales	
Plan Nacional de Desarrollo	Plan Sectorial de Educación
2019-2024	2020-2024
<p>Meta Nacional II. Política social</p>	<p>Propósito superior Garantizar el pleno ejercicio del derecho a la educación de todas y todos, lo cual implica brindar una educación de excelencia en todos los tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional, apuntalada en cinco dimensiones esenciales de la calidad estrechamente relacionadas entre sí, que son: equidad, relevancia, pertinencia, eficacia y eficiencia</p>
<p>Derecho a la educación El gobierno federal se comprometió desde un inicio a mejorar las condiciones materiales de las escuelas del país, a garantizar el acceso de todos los jóvenes a la educación y a revertir la mal llamada reforma educativa. La Secretaría de Educación Pública tiene la tarea de dignificar los centros escolares y el Ejecutivo Federal, El Congreso de la Unión y el magisterio nacional se encuentran en un proceso de diálogo para construir un nuevo marco legal para la enseñanza. Las Universidades para el Bienestar Benito Juárez García iniciaron sus actividades en marzo de 2019 con 100 planteles en 31 entidades... En conjunto, las Universidades para el Bienestar ofrecen 32 mil plazas para estudiantes, los cuales recibirán una beca de 2 mil 400 pesos mensuales...</p>	<p>1. Garantizar el derecho de la población en México a una educación equitativa, inclusiva, intercultural e integral, que tenga como eje principal el interés superior de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes.</p> <p>2.- Garantizar el derecho de la población en México a una educación de excelencia, pertinente y relevante en los diferentes tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional.</p> <p>3.- Revalorizar a las maestras y los maestros como agentes fundamentales del proceso educativo, con pleno respeto a sus derechos, a partir de su desarrollo profesional, mejora continua y vocación de servicio.</p> <p>4.- Generar entornos favorables para el proceso de enseñanza-aprendizaje en los diferentes tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional.</p> <p>5.- Garantizar el derecho a la cultura física y a la práctica del deporte de la población en México con énfasis en la integración de las comunidades escolares, la inclusión social y la promoción de estilos de vida saludables.</p>
<p>Ciencia y tecnología El gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el Plan Nacional para la innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas.</p>	<p>6.- Fortalecer la rectoría del Estado y la participación de todos los sectores y grupos de la sociedad para concretar la transformación del Sistema Educativo Nacional, centrada en el aprendizaje de las niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos.</p>

Fuente: Elaboración propia, basado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2023 y Programa Sectorial

La tabla 4 muestra los objetivos a nivel federal en materia educativa. En el objetivo prioritario uno del plan sectorial, donde se refiere el aspecto de inclusión y equidad sugieren desarrollar programas, estrategias y acciones puntuales regionales y locales, orientadas a romper las barreras de acceso, principalmente en las zonas de atención prioritaria, con el fin de incluir a toda población y mejorar sus condiciones de aprendizaje y de vida. Además, se impulsarán medidas para favorecer el ingreso, tránsito, participación y permanencia de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes en el sistema educativo, a través de becas y alimentación. Una de las acciones puntuales (1.2.7) sugiere incrementar, de manera sostenida, las becas de licenciatura y posgrado para la integración de mujeres en carreras en áreas de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. La acción 1.3.5 busca fomentar proyectos de transformación de las IES, con pleno respeto a la autonomía universitaria, orientados a objetivos comunes que vinculen la docencia, investigación, difusión cultural y extensión con las necesidades de los grupos sociales y sectores productivos de todas las regiones del país. La acción 1.3.6 impulsa la orientación vocacional libre de estereotipos para la incorporación de un mayor número de mujeres en carreras en áreas de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Además de que la estrategia más importante a nivel superior es la 1.6 la cual sugiere garantizar la obligatoriedad y gratuidad de la educación media superior y superior como condición para asegurar el acceso de adolescentes y jóvenes al conocimiento, la cultura y el desarrollo integral, la cual contempla ocho acciones puntuales, las cuales buscan ampliar la cobertura de diferentes modos como son apoyo a modalidades no escolarizadas, incrementar la matrícula con apoyos, creación de universidades y propiciar la expansión de la oferta en nivel de posgrado.

El objetivo dos, referente a una educación de excelencia, pertinente y relevante sugiere que para alcanzar la excelencia se debe considerar la pertinencia, que se asocia a un currículum, materiales y contenidos adecuados a las necesidades, capacidades, características e intereses de las y los estudiantes. Por otro lado, la relevancia se refiere a que los aprendizajes y conocimientos adquiridos sean útiles y acordes a las exigencias y desafíos del desarrollo regional, nacional y mundial. Hace hincapié en su estrategia 2.1 el compromiso social con sus comunidades, así como la vinculación empresarial, científica y tecnológica. La acción 2.1.6 que corresponde al ámbito de este trabajo, sugiere robustecer los procedimientos de evaluación, acreditación y certificación de los programas de educación superior, para asegurar la excelencia educativa. Aunado a esto, la acción 2.5.8 sugiere establecer el Sistema Nacional de Evaluación de la Educación Superior con

una visión renovada de la calidad y de la evaluación que impulse la excelencia educativa y la mejora continua de las IES. Sin embargo, la acción 2.5.9 sugiere realizar acciones para la mejora continua de la educación, enfatizando las modalidades, servicios y subsistemas con niveles más bajos de logro educativo. Además, la estrategia 2.7 busca beneficiar el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica, así como impulsar la investigación científica, humanística y tecnológica, esto a través de posgrados de calidad, apoyo a la investigación y nuevamente alentando el compromiso social.

El objetivo tres respecto a los maestros, contempla a los profesores de educación superior, por lo que consideran que no es suficiente el que se formen mejor, sino que también se sientan motivados y valorados, por ello se vincularán a estrategias de inducción basadas en la asesoría, apoyo y acompañamiento, donde se privilegia la tutoría con la participación de pares de mayor experiencia en el desempeño de la función, así como en un sólido sistema de desarrollo profesional integrado por diferentes estrategias de formación continua. En específico las acciones 3.1.3, 3.1.4 y 3.1.5 busca mejorar las condiciones laborales del personal docente, apoyar a las instituciones de educación superior formadoras de docentes y propiciar su autonomía. También se sugiere fortalecer los programas de posgrado como formación continua. En la estrategia 3.3 se busca el fortalecimiento de las trayectorias académicas, reconociendo la función social, garantizar la disponibilidad de maestros, promover los estímulos a la labor docente, así como fomentar un equilibrio entre la producción y desarrollo de conocimiento.

El objetivo cinco respecto a generar entornos favorables, busca a través de programas dar atención integral a la infraestructura educativa y el equipamiento, que más allá de aspectos de orden político, se enfoque en la mejora real de los inmuebles escolares, priorizando los proyectos de alto impacto social y mayor utilidad a las comunidades marginadas. Se centra principalmente en expandir los espacios educativos para ampliar la cobertura, como lo refiere en la estrategia 4.2. Y en concreto la acción 4.2.4 busca construir los planteles de la Universidad para el Bienestar Benito Juárez García

Para el objetivo seis sugieren necesario reafirmar la rectoría del Estado en la política educativa, la cual requiere de la colaboración y consenso de todos los sectores y grupos de la Sociedad a través del desarrollo del Sistema Nacional de Educación Superior, como lo refiere en la acción 6.1.2. Como lo menciona en la acción 6.1.5 busca eficientar el Fondo de Educación

Superior. Además, en la estrategia 6.2 se busca sistematizar y analizar la información, en el nivel superior a través del Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED).

Por otra parte, a nivel estatal se encuentra el Plan Estatal de Desarrollo y el Programa Sectorial de Educación. La tabla 5 muestra los objetivos y estrategias referentes al nivel superior. Sin embargo, estos planes y programas no cuentan con indicadores y metas medibles, a diferencia del Federal. Por lo que, no existe un sistema de monitoreo que muestre a nivel estatal el avance que se ha tenido en cada una de las instituciones públicas que forman parte del sistema educativo público.

Tabla 5. Alineación del Plan Estatal de Desarrollo Querétaro y Programa Sectorial de Educación del Estado de Querétaro.

Alineación del Plan y Programa Estatal	
Plan Estatal de Desarrollo Querétaro	Programa Sectorial de Educación del Estado de Querétaro
2016-2021	2016-2021
<p>Objetivo de Gobierno Mejorar la calidad y condiciones de vida de los queretanos, promoviendo el ejercicio efectivo de los derechos sociales, la equidad de oportunidades, la inclusión y la conexión social, mediante la promoción de valores.</p>	<p>Objetivo Sectorial de Gobierno Garantizar una educación integral centrada en el mejoramiento de la calidad, la pertinencia y el acceso con equidad, mediante la articulación de los diferentes niveles, modalidades y servicios educativos, culturales y deportivos, con la participación de los diferentes sectores.</p>
1. Fomentar la mejora del logro educativo en los estudiantes queretanos.	Fortalecimiento de la calidad de educación media superior, superior y formación para el trabajo de acuerdo a las características y necesidades sociales y económicas de la entidad a través de una estrecha vinculación con los sectores social y productivo.
2. Mejorar las condiciones de los espacios e instalaciones en las que se otorga el servicio educativo para los niveles de educación básica, educación media superior y superior del Estado.	
3. Aumentar la cobertura de los servicios educativos en los niveles de educación media y superior del Estado.	Mejora de las condiciones de infraestructura en los centros educativos, culturales y deportivos.
4. Incrementar la retención escolar, en un marco de equidad e inclusión, de los alumnos que cursan los niveles de educación media y superior en el Estado.	Ampliación de las oportunidades de acceso e inclusión a la educación, la cultura y el deporte para todos los sectores de la población y regiones del Estado como parte de la formación integral de los queretanos.
5. Fortalecer normativa y académicamente a las instituciones formadoras de docentes.	Fortalecimiento de las acciones para disminuir el abandono escolar y mejorar la eficiencia terminal en todos los niveles educativos.
6. Promover la vinculación entre instituciones educativas y el sector productivo.	Fortalecer la calidad de las EMS Superior y Formación para el trabajo de acuerdo a las características y necesidades sociales y económicas de la entidad, a través de una estrecha vinculación con los sectores social y productivo.
7. Fomentar la formación científica y tecnológica en todos los niveles educativos y en los municipios de la entidad.	Impulso a la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico con impacto en los diferentes sectores de la sociedad y en la competitividad del Estado.

Fuente: Elaboración propia, basado en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 y el Programa Sectorial de Educación del Estado de Querétaro 2016-2021.

Por otra parte, se encuentra el Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación (PECiTI 2014-2018), el cual fue precedente para el programa Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (2017-2021) del Estado de Querétaro. Además de estas regulaciones, se crearon institutos autónomos que buscan dar certeza a las IES en el tema de aseguramiento de la calidad, tanto para las instituciones como para los programas educativos específicos, de ellos se hablará en el apartado 3.1.3.

Actualmente, el gobierno estatal en turno creó la versión del plan estatal de desarrollo 2021-2027. La tabla 6 muestra los objetivos, retos y acciones que contempla este plan. Pero, nos encontramos a la espera del programa sectorial de educación, en el cual se ahonde más sobre cada uno de los retos y acciones propuestas en el plan estatal.

Tabla 6. Objetivos educativos del Plan estatal de desarrollo Querétaro 2021-2027.

Plan Estatal de Desarrollo Querétaro
2021-2027
<p align="center">Objetivo de Gobierno</p> <p align="center">Eje rector 2. Educación, cultura y deporte</p> <p align="center">Elevar y ampliar el acceso y el nivel de la educación, la cultura y el deporte para todos y cada uno de los habitantes del estado, considerando también a los diferentes grupos sociales como población objetivo.</p>
<p align="center">Objetivo 1.</p> <p align="center">Aumento en el nivel educativo promedio de la población del estado.</p>
<p align="center">Reto 18.</p> <p align="center">Incrementar la matriculación de alumnos inscritos en 1% anual en educación superior, en programas híbridos, mixtos y no escolarizados en educación superior, en 1% anual.</p>
<p align="center">Reto 19.</p> <p align="center">Incrementar la matrícula en educación superior en áreas científicas y tecnológicas en 1% anual.</p>
<p align="center">Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliar la cobertura de los distintos niveles educativos en todas las regiones del estado. • Alinear los programas de educación técnica, media y superior con la demanda laboral de los distintos sectores económicos. • Apoyar a estudiantes para que concluyan los distintos niveles educativos. • Impulsar soluciones a las problemáticas del estado mediante la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación. • Implementar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en todos los niveles educativos y en diferentes ámbitos sociales y productivos.

Fuente: Elaboración propia, basado en el Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2021-2027.

En el análisis que realiza Moreno Pérez, Salvador y Sánchez Reyes, José Juan en el reporte del Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP, 2019) se observa que a pesar de

las buenas intenciones del gobierno federal para alcanzar una educación equitativa y de excelencia a través de la mejora continua, en el nivel superior, fue limitada la asignación del incremento del presupuesto para el Ramo 11 para cumplir con las obligaciones adquiridas por la reforma educativa. Además, entre los programas más afectados se encuentra el U079 Expansión de Educación Media Superior y Superior, ya que el recurso no supera el 0.1% del presupuesto total.

Es importante también tocar el tema de los subsidios, ya que más adelante delimitaremos los indicadores de infraestructura por este asunto. A nivel federal y estatal existen dos tipos de subsidios ordinario y extraordinario. El primero es irreductible, por lo que, se incrementa cada año derivado del aumento en los costos de los servicios personales y gastos de operación (fundamentalmente son los incrementos al salario). El extraordinario se refiere a programas o fondos que se abren cada cierto tiempo (comúnmente cada año), y no se está obligado a abrir el programa todos los años, de hecho, pueden desaparecer o cambiar su enfoque, así como cambiar el monto asignado a cada uno. En este se integró el que antes del 2008 se le denominaba “Ampliación y diversificación de la oferta educativa” el cual estaba destinado al aumento de la infraestructura, tanto para la creación de nuevos planteles, edificios y equipamiento (Mendoza Rojas, 2011, p 63). Es importante aclarar que para este trabajo no se consideraran indicadores de infraestructura, ya que el recurso que se está considerando para modelar su asignación es solamente del tipo ordinario. Por lo tanto, este factor quedara fuera del motivo de este trabajo.

Entre los fondos extraordinarios todavía existentes se encuentra el Programa de Fortalecimiento para la Calidad Educativa (PFCE antes conocido como PIFI), el Fondo para el Reconocimiento de Plantilla de las Universidades Públicas Estatales, el Fondo para la Consolidación de las Universidades Públicas Estatales y con Apoyo Solidario, el Fondo para la Modernización de la Educación Superior (FOMES), Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), Fondo de Aportaciones Múltiples (FAM) y Programa de Apoyo para el Desarrollo Universitario (PROADU).

A nivel nacional, para cumplir con los objetivos de la excelencia educativa, se cuenta con dos instituciones autónomas (CIEES y COPAES) que se crearon con el fin de evaluar la calidad en la educación superior. En el apartado 3.1.3 se describirá de manera más completa las evaluaciones que realizan, solamente a manera de resumen se tiene que decir que estas se crearon con el objetivo de mejorar la educación superior. Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior cuentan con nueve comités interinstitucionales según el área

de estudio. El Consejo para la Acreditación de la Educación Superior cuenta con 30 organismos acreditadores.

Por lo que tanto a nivel nacional como estatal se busca la calidad educativa, sin embargo, a pesar de la existencia de estas dos instituciones, no necesariamente las IES atraviesan por este proceso, y por lo tanto no se puede evaluar la calidad tan fácilmente. Por otro lado, a nivel estatal la mayoría de los objetivos coinciden con los nacionales, como son la búsqueda de mayor cobertura, mejoramiento de la infraestructura y retención escolar. Además, en los dos sectores, consideran importante el ámbito de ciencia y tecnología.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se describirán las evaluaciones mejor conocidas en el ámbito internacional, las clasificaciones que se realizan a nivel mundial y las certificaciones y acreditaciones nacionales. Posteriormente se hablarán de algunos modelos de asignación de recursos desarrollados a nivel nacional, así como algunos modelos de desempeño.

3.1 Evaluación educativa

Según Morduchowicz (2006) para poder dar seguimiento a un programa es necesario recopilar información de la evolución del sistema educativo consistente a los objetivos planeados. Por lo tanto, en la evaluación de las instituciones es necesario considerar indicadores de eficiencia, eficacia, pertinencia, equidad, calidad y vinculación como control y monitoreo. En el ámbito de la educación superior, Mora (1999) define los indicadores como medidas objetivas usualmente cuantitativas, del cumplimiento de un logro de una institución o de un sistema educacional.

INEE (2016) plantea dos características básicas de los indicadores: 1) que se conformen por al menos 2 variables que permitan una comparación y 2) que sean objetivos, considerando el contexto geográfico y temporal. Además, considera seis criterios que deben considerarse al elegir los indicadores:

1. Claridad
2. Relevancia
3. Economía
4. Monitoreabilidad
5. Adecuación
6. Aporte marginal

A continuación, se describirán algunas de las evaluaciones internacionales y nacionales más reconocidas en el ámbito educativo en el nivel superior, para identificar los indicadores más relevantes en las evaluaciones institucionales. A nivel internacional, existen tres evaluaciones conocidas en el sector educativo superior, además se describirán cuatro clasificadoras que publican año con año sus resultados. También, se describirán dos instituciones nacionales que realizan evaluaciones a instituciones públicas. Por último, se narrarán algunos modelos de asignación de recursos.

3.1.1 Evaluaciones internacionales

A través de los años se ha ido modificando la forma de evaluar a las IES con el fin de establecer procedimientos en busca de mejorar la educación superior y contar con estándares que puedan usarse para comparar y superarse no solamente entre instituciones, sino para ellas mismas. Estas evaluaciones han servido a diferentes sectores de la población, por una parte, a los padres de familia y potenciales estudiantes a elegir la institución, por otro lado, a los gobiernos les interesa observar el crecimiento de las distintas instituciones públicas, pero lo más importante es que han servido para las mismas instituciones a las que se les evalúa, ya que les permite retroalimentarse y buscar una mejora.

Sin embargo, por la diversidad de instituciones, tanto en sus objetivos y contextos, así como a la variedad de programas educativos es difícil establecer un procedimiento que califique a las IES y sobretodo que evalúe de forma única a todas las instituciones. Es por ello que existen diferentes organizaciones que se han dedicado a clasificar o evaluar a las IES y cada una considera distintos factores y modelos para medir su desempeño.

Actualmente, el Modelo de Indicadores de Evaluación del Espacio Europeo de Educación Superior (MIECEEES) se constituye como un conjunto de estándares y referencias construido a partir de la opinión de los estudiantes sobre lo que para ellos supone una universidad de calidad en la perspectiva planteada por la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Según González López (2003), esta evaluación aplica el análisis factorial para el desarrollo del modelo.

El Modelo Experimental de Acreditación de Carreras del Mercosur (MEXA) y el Modelo CINDA, son otros modelos enfocados a evaluar tanto instituciones como programas educativos. González, L.E. (2008) describe el modelo desarrollado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA)

El modelo CINDA lo desarrolló el Instituto para el Aseguramiento de la Calidad (IAC) el cual forma parte del Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA), y esta orientada a la toma de decisiones. Considera cinco áreas basadas en las funciones de docencia, investigación, extensión y servicios, gestión y un área general académica, dividido en siete dimensiones (relevancia, integridad, efectividad, disponibilidad de recursos, eficiencia, eficacia y procesos) y 18 criterios.

El modelo denominado Mecanismo Experimental de Acreditación de Carreras (MEXA) fue un modelo experimental y temporal que propuso el Mercado Común del Sur (MERCOSUR), para después aplicar el modelo permanente denominado Acreditación de Carreras universitarias para el reconocimiento regional de la calidad académica (ARCU-SUR), el cual contiene 4 dimensiones, 15 componentes, 56 criterios y 137 indicadores, los cuales se observan en la tabla 7. El MERCOSUR integra a los países de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Chile, Colombia y Venezuela.

Tabla 7. Factores evaluados por los modelos internacionales.

MIECEEEES			MEXA (ARCU-SUR)		CINDA
Competencias Académicas (1 indicador)		(1)	Contexto institucional (18 indicadores)	(18)	Relevancia
Competencias Profesionales (2 indicadores)		(2)	Proyecto Académico (45 indicadores)	(45)	Integridad
Información universitaria (1 indicador)			Población Universitaria (60 indicadores)	(60)	Efectividad
Entorno social (1 indicador)			Infraestructura (32 indicadores)		Disponibilidad de recursos
Sistemas de orientación y tutoría (2 indicadores)		(2)			Eficiencia
Metodología docente (2 indicadores)					Eficacia
Rendimiento académico (2 indicadores)		(2)			Procesos
Satisfacción del alumnado (9 indicadores)		(9)			

Fuente: elaboración propia

Se destaca que las evaluaciones de ARCU-SUR y CINDA tienen como objetivo la toma de decisiones. Además, la evaluación del MIECEEEES considera las opiniones de los estudiantes para realizar la evaluación. Los modelos se han creado con la finalidad de asegurar los niveles de calidad de los programas educativos y de las instituciones, para obtener el fin último y completo que es el de dar agilidad a la movilidad estudiantil y rapidez en el reconocimiento y convalidación de grados académicos entre instituciones.

En este sentido, González López y López Cobo (2010) estudiaron la validez y fiabilidad del modelo MIECEEEES a través de la percepción de los estudiantes (encuesta) y posteriormente el uso de la técnica DELPHI por un grupo de expertos. Posteriormente para dotar de prioridades se utilizó el Alfa de Cronbach y un estudio factorial. El grupo de expertos consideraron un modelo constituido por 19 indicadores y 6 dimensiones (competencias, información universitaria, rol del

estudiante universitario, sistemas de orientación y tutoría, metodología y satisfacción del alumnado), sin embargo, señalan que el desarrollo de las propuestas consideradas para el cumplimiento de los estándares se ve opacada por la heterogeneidad de personas que forman parte del proceso.

3.1.2 Clasificaciones internacionales

Existen instituciones privadas que se han dedicado a calificar a las instituciones según parámetros relevantes para los alumnos (clientes), y evalúan a toda clase de Universidades con el objetivo de ofrecer a los padres de familia y potenciales estudiantes información necesaria para elegir la mejor institución como su alma mater. Algunas de estas organizaciones son *Times Higher Education (THE)*, el *Quacquarelli Symonds (QS)*, *Shanghai Ranking Consultancy Academic Ranking of World Universities (ARWU)* y *SCImago Institutions Rankings (SIR)*, quienes han desarrollado sus propias clasificaciones y son de gran influencia en las instituciones más renombradas a nivel internacional. Se valoran distintos aspectos como son la financiación y donaciones, la excelencia e impacto de la investigación, el proceso de admisión, la satisfacción de estudiantes y egresados, así como la reputación de la institución. Muchos son los autores que han escrito sobre ello (Harvey, 2008; Pérez-Esparrells y Gómez-Sancho, 2010), analizando las ventajas y desventajas. La tabla 8 muestra los factores que estas tres organizaciones consideran relevantes para evaluar en las universidades.

Tabla 8. Factores evaluados por THE, QS y ARWU.

THE	QS	ARWU
Ambiente de aprendizaje (30%)	Reputación Académica (40%)	Alumnos que ganan medallas o premios Nobel (10%)
Investigación (30%)	Cociente de profesorado con respecto a estudiantes (20%)	Profesores que ganan medallas o premios Nobel (20%)
Citas, influencia en investigación (30%)	Citas según las áreas de estudio (20%)	Investigadores altamente citados (20%)
Perspectiva internacional (7.5%)	Reputación según empleadores (Industria) (10%)	Artículos publicados en Ciencias (20%)
Ingreso por parte de la industria (2.5%)	Cociente de internacionalización de estudiantes (5%)	Artículos indexados en <i>Science Citation Index</i> y <i>Social Sciences Citation Index</i> (20%)
	Cociente de internacionalización de académicos (5%)	Rendimiento académico (10%)

Fuente: elaboración propia con información de THE (2019), QS (2019) y ARWU (2019).

Lo que se observa es que THE y QS contemplan un porcentaje significativo en evaluar la percepción de los estudiantes, así como de partes interesadas como industria y egresados. También consideran relevante la atracción de profesores y estudiantes del extranjero. En cambio, ARWU utiliza mayormente indicadores enfocados en investigación. Se ha criticado a las clasificaciones de la columna QS por la gran ponderación que dan a las encuestas de opinión, aunque cuentan con una metodología y un alcance muy amplio. Además, al ser calificadoras internacionales se olvidan del contexto de cada una de las instituciones y se dedican a otorgar un único valor que representa a las organizaciones.

Dentro de los indicadores que mide THE se encuentra el cociente del personal académico, cociente de titulaciones en doctorado con respecto a titulaciones de licenciatura, cociente de ingreso con respecto al personal académico, además de los indicadores de investigación en los que se encuentran el cociente de publicaciones respecto al personal de investigación y personal académico, así como el promedio de citas en los últimos cinco años. En cambio, ARWU se enfoca mayormente en los premios obtenidos de su personal y alumnos, así como las publicaciones en revistas indexadas o de reconocimiento internacional. Y como se comentó anteriormente, QS considera el 50% de su calificación como encuestas de percepción de sus estudiantes y sus empleadores, y de sus otros indicadores destacan la proporción de internacionalización de estudiantes y académicos, así como las citas a los artículos en revistas indexadas en los últimos seis años.

3.1.3 Certificaciones y acreditaciones nacionales

El gobierno para cumplir con el desarrollo integral de la educación superior, creó algunas instituciones de carácter autónomo que buscan evaluar los programas educativos como son el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) y los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES). Estos organismos evalúan a los programas educativos a petición de las mismas instituciones para conseguir una certificación de los parámetros que se consideran relevantes para mostrar la calidad académica.

La evaluación permite otorgar un reconocimiento que acredite la calidad de los programas educativos o instituciones. En la práctica educativa, se observa que estos procesos han contribuido a que las instituciones desarrollen la cultura de la autoevaluación para la mejora continua a través

de la obtención de información confiable que muestre las cualidades de los programas. La metodología de ambas instituciones (CIEES y COPAES) es muy parecida, siguen el proceso siguiente:

1. Formalización: en este paso, la IES solicita a COPAES o CIEES la evaluación mediante la solicitud y el pago respectivo, con el fin de formalizar el proceso.
2. Auto-evaluación: en esta etapa se realiza la capacitación como asesoría hacia la IES para entregar la documentación con los criterios solicitados por la evaluadora.
3. Revisión de evidencia: en esta etapa los evaluadores revisan la documentación, que fue previamente enviada de la IES.
4. Evaluación mediante la visita presencial: en esta fase se evalúan los procesos de forma presencial y se realizan los reportes de lo encontrado.
5. Dictamen: el último paso es la emisión del resultado y la retroalimentación hacia la institución, el cual se realiza conforme los estándares que considera cada acreditadora o certificadora.

Estos modelos se estructuran en cuatro niveles: categorías, criterios, indicadores y estándares (COPAES, 2016). La revisión de la evidencia, así como la evaluación de cada uno de los criterios se basa en los marcos de referencia definidos por cada organización, la cual cuenta con la descripción de los criterios, así como los indicadores o evidencia que deben presentar para cumplir con los estándares establecidos por cada organización. COPAES considera 24 indicadores mínimos y 25 indicadores complementarios. Los indicadores mínimos son aquellos indispensables para garantizar el cumplimiento de los elementos requeridos para ser un programa de calidad, y los complementarios solamente se consideran deseables para que cuente con valor agregado al mismo programa. CIEES contempla tanto la evaluación de instituciones como de los programas educativos, al contrario de COPAES que evalúa únicamente programas educativos a través de sus organizaciones acreditadoras que son especialistas en las áreas de conocimiento de su competencia.

En la tabla 9 se observa que la evaluación de CIEES se encuentra dividida en cinco categorías y cuenta con 49 indicadores. En cambio, COPAES cuenta con 10 categorías divididas en 49 criterios (estos pueden ser mínimos o complementarios) y para evidenciar cada criterio se despliegan 249 evidencias entre las cuales se encuentran indicadores o documentos de trabajo.

Este número de evidencia se modifica respecto al programa educativo a evaluar, porque cada organización evalúa programas diferentes según el área temática que corresponda.

Tabla 9. Factores evaluados por CIEES y COPAES.

CIEES		COPAES	
Dimensiones	Categorías	Dimensiones	Categorías
Fundamentos y condiciones de operación (9 indicadores)	2	Personal académico	8
Currículo específico y genérico (7 indicadores)	2	Estudiantes	6
Tránsito de los estudiantes por el programa (, 8 indicadores)	3	Plan de estudios	8
Resultados (11 indicadores)	2	Evaluación del aprendizaje	2
Personal académico, infraestructura y servicios (14 indicadores)	3	Formación integral	7
		Servicios de apoyo para el aprendizaje	3
		Vinculación-Extensión	6
		Investigación	4
		Infraestructura y equipamiento	2
		Gestión administrativa y financiamiento	3

Fuente: elaboración propia con información de CIEES (2018) y COPAES (2016).

Observando las categorías y los indicadores que solicitan, los factores en común se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Factores comunes entre CIEES y COPAES

Fundamentación de la necesidad del programa	Programa de titulación y obtención del grado
Plan para el desarrollo y mejoramiento del programa	Orientación para el tránsito a la vida profesional
Perfil de egreso	Eficiencia terminal y eficiencia en la titulación
Normativa específica del programa	Empleabilidad de los cohortes recientes
Matrícula total y de primer ingreso	Egresados cursando estudios de posgrado
Presupuesto/recursos del programa	Evaluación docente
Plan de estudios y mapa curricular	Superación disciplinaria y habilitación académica
Asignaturas o unidades de aprendizaje	Aulas y espacios para la docencia y su equipamiento
Cursos o actividades complementarios para la formación integral	Espacios específicos para la realización de prácticas, su equipamiento e insumos
Estrategias de difusión y promoción	Otras instalaciones fuera de la sede
Procedimiento de ingreso de los aspirantes	Biblioteca y acervo bibliográfico
Control del desempeño de los estudiantes dentro del programa	Administración escolar
Servicios de tutoría y asesoría académica	Servicios de bienestar estudiantil
Prácticas, estancias o visitas en el sector empleador	Becas y apoyos estudiantiles

Fuente: elaboración propia con información de CIEES (2018) y COPAES (2016).

Respecto al currículo, ambas exigen contar con la descripción del modelo educativo. En cuanto a las diferencias, para COPAES es importante que se considere la flexibilidad dentro del mapa curricular, además, en cuanto a la formación integral, ambas exigen actividades complementarias. CIEES especifica actividades complementarias al área académica, como son idiomas, capacitaciones, cursos y seminarios y COPAES solicita otras actividades para la formación integral como son actividades culturales y artísticas, actividades físicas y deportivas, orientación psicológica y servicios médicos.

En el apartado de personal académico CIEES evalúa las competencias de los docentes, mientras que COPAES observa el proceso para reclutar, seleccionar y contratar personal académico, así como la distribución de la carga horaria.

En cuanto a los estudiantes, ambos evalúan el proceso de ingreso y selección, así como su trayectoria escolar. CIEES contempla además la participación de estudiantes en eventos académicos (concursos, competencias, exhibiciones y presentaciones) y sobretodo evalúan los resultados obtenidos tanto del aprendizaje como del programa (eficiencia terminal, empleabilidad, percepción de egresados)

Por otra parte, COPAES le da un peso importante a la investigación, evidencia que se muestra a través de las líneas de investigación, proyectos y recursos para apoyo a la investigación, y sobretodo su impacto. En cambio, CIEES busca la vinculación de la investigación y la docencia.

Respecto al personal académico, CIEES considera la importancia de la articulación del docente en la investigación, mientras COPAES evalúa el proceso en que los profesores son reclutados, seleccionados, contratados y promocionados, además considera importante la distribución de carga académica.

En la categoría de Infraestructura CIEES se enfoca en los espacios para la docencia y el equipamiento en general, y cada institución puede presentar tanto los espacios docentes como en específico el equipamiento necesario según cada área de conocimiento. Mientras que COPAES considera estas categorías dependiendo de cada programa educativo a evaluar, para ello deben evidenciar tanto su infraestructura para el apoyo docente, como el equipamiento y espacios para la práctica de los programas educativos.

En la categoría de servicios de apoyo al estudiante, CIEES considera servicios de apoyo en general al alumno, como son la administración escolar, las becas y apoyos estudiantiles, la gestión

de los servicios de transporte y el servicio de cafetería. Mientras que COPAES que se enfoca directamente en lo que el alumno necesita para facilitar el aprendizaje, como son las asesorías académicas y la biblioteca.

Es importante enfatizar que al inicio (1991), la función de los CIEES era contribuir a la mejora a través de recomendaciones, sin emitir juicios sobre el cumplimiento de los estándares. Posteriormente (2000) empezaron a asignar calificaciones a los programas, los cuales correspondían a la posibilidad de acreditación, siendo el nivel 1 los que se encontraban en condiciones óptimas para acreditarse. Es decir, que la evaluación de los CIEES solamente era un paso previo para estar en situación de ser acreditados por COPAES. Sin embargo, derivado del costo y tiempo requerido para solicitar estas evaluaciones las IES públicas muchas veces no realizan la evaluación por parte de CIEES y posteriormente la acreditación de COPAES, aunado a ello, estas organizaciones se han visto rebasadas por la demanda de estas.

Por otro lado, González (1999) comenta que las instituciones buscan las acreditaciones de calidad para conseguir el reconocimiento social, no solamente por la permanente mejora de la educación. Además, Díaz Barriga (2005b) considera que la evaluación educativa ha sido un lastre y un gasto que no lleva al objetivo primordial para lo que fue creado, el cual es la retroalimentación y la mejora continua. Entre líneas deja ver que actualmente se ha usado a la evaluación en todos los ámbitos como un medio de control para ser ejercido tanto en los alumnos, los maestros y las mismas universidades. Es decir, se vuelve una herramienta de inducción de poder. Aunado a ello, Díaz-Barriga comenta que para poder realizar las acreditaciones las IES tienen que gastar un recurso que ya no se destina a la causa original que es la educativa.

De Vries (2007) critica la ausencia de objetivos claros, lo cual sugiere que los interesados pueden utilizar la acreditación para fines propios, como es el de gobierno que se ha usado para mostrar que las políticas públicas funcionan. Los mismos organismos de evaluación se enfrentan como competencia, en vez de sumar entre ellas, buscando ser indispensables y contar con un nicho de mercado seguro. El mismo De Vries y Navarro Rangel (2013) concluyen que la evaluación académica se ha convertido en una barrera tanto para las instituciones públicas como privadas, ya que se basan en el cumplimiento de criterios formulados por el Estado.

En resumen, se presenta la tabla 11 que muestra los aspectos más importantes de las evaluaciones internacionales y nacionales. Para que más adelante se muestren los indicadores que se consideran relevantes para el modelo desarrollado.

Tabla 11. Aspectos relevantes de las evaluaciones internacionales y nacionales.

Modelo	Orientación	Aspectos o dimensiones
MIECEES: Modelo de Indicadores de Evaluación del Espacio Europeo de Educación Superior	Opinión de estudiantes	Competencias académicas, competencias profesionales, información universitaria, entorno social, sistemas de orientación y tutoría, metodología docente, rendimiento académico, satisfacción del alumnado
ARCU-SUR: Acreditación de carreras universitarias para el reconocimiento regional de la calidad académica	Su fin es la toma de decisiones.	Contexto institucional, proyecto académico, población universitaria, infraestructura
CINDA: Modelo del Centro Interuniversitario de Desarrollo	Su fin es la toma de decisiones.	Dimensiones: Relevancia, efectividad, disponibilidad de recursos, eficiencia, eficacia y procesos.
THE: Times Higher Education	Porcentaje alto de percepción.	Ambiente de aprendizaje, investigación, influencia en investigación, perspectiva internacional, ingreso por parte de la industria
QS: Quacquarelli Symonds	Porcentaje alto de percepción.	Reputación académica, cociente de profesorado respecto a estudiantes, citas según las áreas de estudio, reputación según empleadores, cociente de internacionalización.
ARWU: Academic Ranking of World Universities	Enfocada al área científica. Excluye ciencias sociales y humanidades	Alumnos que ganan medallas, profesores que ganan medallas, investigadores citados, artículos publicados, rendimiento académico.
SIR: SCImago Institutions Rankings	Indicadores enfocados en investigación	Investigación, innovación, impacto social
COPAES: Consejo para la Acreditación de la Educación Superior	Acreditadoras de Instituciones y PE.	Personal académico, estudiantes, plan de estudios, evaluación del aprendizaje, formación integral, servicios de apoyo para el aprendizaje, vinculación-extensión, investigación, infraestructura y equipamiento, gestión administrativa y financiamiento
CIEES: Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior	Evalúa PE con el fin de preparar para su acreditación.	Fundamentos y condiciones de operación, currículo específico y genérico, tránsito de los estudiantes por el programa, resultados, personal académico, infraestructura y servicios

Fuente: elaboración propia.

3.2 Modelos financieros

Vielle (1981) refiere que el problema de la asignación de recursos en el sector educativo radica en la poca o nula evaluación de las instituciones en cuanto a su desempeño integral. Una de las barreras para poder realizar esta evaluación es la disponibilidad de los datos, así como la seguridad de que sean datos fidedignos. De ahí que han surgido diferentes modelos de evaluación,

por un lado, los que consideran el aspecto académico y por otro lado los correspondientes al desempeño financiero.

Algunos autores como Schwartzman (1993), Albrecht y Ziderman (1995) y García de Fanelli (2008) observan una disminución en los aportes gubernamentales a nivel mundial de las IES en los últimos años. Y como se dijo anteriormente, organizaciones internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional sugieren los recortes presupuestales, división de costos del proceso de enseñanza e implementación de estrategias para aumentar la captación de ingresos propios.

Martín (2005), sugiere establecer mecanismos de decisión para la asignación y distribución de los recursos públicos y de la coordinación y estímulo de los agentes públicos para lograr objetivos colectivos, se busca un sistema de ecuaciones que de como resultado evaluar la eficiencia de las IES.

López (2010) sugiere que, en la educación superior pública, el modelo de financiamiento se realiza con un histórico negociado, el cual se basa en el incremento anual de los montos asignados por el Estado. Márquez (2004) menciona que las IES son afectadas de manera significativa por la incertidumbre de la magnitud de recursos que van a recibir por ser de forma discrecional. Sin embargo, ya se han desarrollado diferentes mecanismos que relacionan el financiamiento de la educación con diferentes criterios, como son indicadores de calidad y el incremento de matrícula. Estos factores son en respuesta a los objetivos de los programas gubernamentales como es la cobertura y calidad de la educación superior.

Además, Naranjo García, Abel y Ruso Armada, Frida (2018) mencionan que organizaciones internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional abogan por la reducción de las aportaciones financieras por parte de los gobiernos, a través del aumento en las aportaciones del sector privado. Sin embargo, también mencionan que la UNESCO defiende el rol que debe desempeñar el Estado en la educación, ya que su propósito debe ser el de defender la equidad social. Finalmente, ellos concluyen que el financiamiento de las IES debe considerar tanto los ingresos públicos como propios, a través de mecanismos de autofinanciamiento.

Mora Ruiz (1991) considera cuatro dimensiones para explicar la calidad de las universidades. Los índices sobre características de los alumnos, los índices referentes al funcionamiento, los índices referentes a las instituciones y los índices sobre resultados. Dentro de

la tercera dimensión sobre la institución se consideran factores como el tamaño de la institución, propósito de la institución, organización, recursos financieros y servicios residenciales. Nos enfocaremos en los recursos financieros, sobretudo en la eficiencia de su uso, ya que, como organización pública, la mayor parte de los recursos vienen del recurso de los contribuyentes.

Cervera Muñoz, Oviedo García y Pineda Acero (2013) identificaron seis objetivos de medición de eficiencia en las instituciones analizadas, como son calidad de la educación, manejo de recursos, productividad investigativa, cobertura educativa, producción intelectual y reducción de incidencia en la pobreza.

En el sector financiero, lo más común para evaluar un proyecto es a través de la técnica de programación lineal. Donde se ha demostrado que no es necesaria una medición cuantitativa de los diferentes grados de bienestar sino una medición ordinal. Como dijo Martín (2005), que sugiere establecer mecanismos de decisión para la asignación y distribución de los recursos públicos y de la coordinación y estímulo de los agentes públicos para lograr objetivos colectivos, se busca un sistema de ecuaciones que de como resultado evaluar la eficiencia de las IES.

3.2.1 Modelos de asignación de recursos

Actualmente hay una tendencia a buscar que las instituciones reciban financiamiento basado en el desempeño (Wang, 2018). El objetivo primordial es que el recurso se utilice de manera eficiente. Aunque, existen diferencias en las opiniones, de si el aumento del recurso provocará un mejor desempeño o si el castigo de menor recurso provocará este mismo fenómeno (OCDE, 2017).

La Coordinación de Universidades Politécnicas (CUP, 2012) considera como regla que el presupuesto anual se guiará por las siguientes proporciones por función: 60% a la docencia, 10% a la investigación, 10% a la difusión y 20% a la administración y servicios generales. En cuanto a la distribución del presupuesto por partidas y capítulos, consideran la siguiente proporción: 70% al capítulo 1000 y 30% a los capítulos 2000, 3000 y 5000. Sin embargo, aclaran que toda la asignación presupuestal estará sujeta a los techos autorizados por la SHCP y será distribuida de acuerdo a la matrícula, comportamiento y logro de objetivos de las instituciones con base en los indicadores institucionales, federales y estatales y la estructura orgánica previamente validada por la ahora llamada CGUTyP (que antes era la Coordinación de Universidades Politécnicas) y aprobada por la Junta Directiva, como marca en sus estatutos. Sin embargo, también existe el

convenio de colaboración suscrito entre la SEP y el Gobierno del Estado para asegurar el 50% de aportación correspondiente a cada una de las partes.

Para Sanyal y Martín (2005) las metodologías de asignación de recurso público se pueden clasificar en tres grupos, según la adopción de las siguientes pautas de evaluación.

1. Basada en la estimación de costos,
2. Asentada en el presupuesto del periodo anterior, y
3. Fundada en una fórmula que refleja los rendimientos pretéritos

La primera se basa en que el Estado obliga a las IES a aplicar las partidas de gastos según se planea, definido este según un presupuesto de gastos presentado previamente para un periodo específico. La segunda se basa en entregar un importe equivalente al asignado el año anterior, además de un incremento determinado por la negociación del Estado-Universidad. Por último, mediante una fórmula matemática que muestra la necesidad presupuestaria según algunos parámetros determinados, en la cual la matrícula atendida es la variable fundamental para la asignación del recurso.

Sin embargo, dentro de la clasificación de Sanyal y Martín (2005) no se considera el presupuesto negociado que para Salmi y Hauptman (2006) es el mecanismo más usado internacionalmente, en el cual existe una negociación entre el gobierno y las instituciones. Donde el presupuesto se decide durante el proceso de negociación y se basa en la tendencia histórica y se distribuye entre las instituciones mediante dos maneras diferentes: el primero es presupuesto por conceptos y el segundo por subvenciones en bloque.

Por otro lado, García (1993) considera que en el sistema universitario se ha incorporado el uso de indicadores derivado que los sistemas contables no resultan suficientes para detectar el logro de objetivos. En efecto, Valenzuela González y Ramírez Montoya (2009) desarrollaron un modelo de evaluación institucional para mejorar la gestión y la calidad de instituciones de educación superior, en el cual se trabaja con indicadores que se obtienen del diagnóstico de necesidades de evaluación con el objetivo de evidenciar los aspectos que no se están evaluando o que podrían evaluarse mejor dentro de sus instituciones, sin embargo, consideran relevante desarrollar un modelo de evaluación institucional para mejorar la gestión y la calidad de las Instituciones de Educación Superior (IES), y sobre todo, sistematizar la práctica de la evaluación para contribuir a la mejora en los procesos.

Por otra parte, Duran Encalada, Jorge y Anzaldo Campos, Beatriz (1993) publican un modelo de asignación de recursos federales para Universidades Públicas Estatales (UPs). Se puede

clasificar dentro de la categoría de estimación de costos, ya que en éste consideran fórmulas para estimar el recurso necesario de cada UPEs: requerimientos básicos, recursos adicionales y fondo que incentive el desempeño institucional. La ecuación para estimar los requerimientos básicos cubre los gastos de operación, donde considera los requerimientos que actualmente las instituciones tienen en docencia, investigación y difusión y extensión de la cultura. Para calcular el aspecto de docencia consideran el número de alumnos, los planes y programas de estudio (para conocer el número de grupos), profesores, remuneraciones de los profesores. En el ámbito de investigación consideran número de proyectos, investigadores y remuneración de investigadores. En el aspecto de difusión y extensión se considera el personal enfocado a esta función y el sueldo promedio. Además, calculan el gasto administrativo que corresponde al personal administrativo y su remuneración, personal directivo y su remuneración, las prestaciones y el gasto de operación. Sin embargo, consideran que para premiar el desempeño institucional se deberá considerar un monto adicional que contemple indicadores de eficiencia (eficiencia terminal, proyectos de investigación, publicaciones y patentes), indicadores de eficacia (programas acreditados, desempeño estudiantil, encuesta de impacto institucional).

El gobierno de Nueva Zelanda incorporó en el 2008 una herramienta NZBT (New Zealand Benchmarking Tool) para recopilar información para mejorar su capacidad y eficiencia institucional. Para el año 2013 esta herramienta se volvió indispensable para llevar a cabo un análisis completo de los ingresos y costos a través de un componente de rendimiento estudiantil. Es importante considerar que esta herramienta contempla las áreas de estudio (11 campos). Como parte del análisis se buscaba identificar las relaciones entre los costos operativos directos y el nivel de calificación de estudio.

Charnes, Cooper y Rhodes (1978) iniciaron los trabajos que llevaron al uso de programación lineal para evaluar organizaciones públicas. En sus inicios se considero evaluar la eficiencia de estas organizaciones a través de la maximización de un cociente que se obtiene de variables de entradas y salidas. Korhonen y Syrjänen (2004) utilizan estas bases para definir posteriormente el programa lineal y usar el método DEA (*data envelopment analysis*) para definir el mejor plan de asignación de recursos en empresas. Wang (2018) utiliza este modelo, el cual hace uso de programación lineal con múltiples objetivos y el modelo DEA para comparar 64 universidades chinas, donde considera variables como número de publicaciones, número de

patentes e ingresos propios (en específico por transferencia de conocimientos), a diferencia de Korhonen y Syrjänen, solamente hace uso de los rendimientos variables a escala.

La tabla 12 muestra en resumen los aspectos relevantes de cada uno de los modelos financieros descritos anteriormente.

Tabla 12. Aspectos relevantes de los modelos de asignación de recursos.

Modelo	Orientación	Aspectos o dimensiones
CUP (2012)	Asignación de recursos enfocados en aspectos básicos	Se designa un porcentaje de recurso a cada actividad relevante para la universidad: Docencia, investigación, difusión, administración y servicios generales
Valenzuela González y Ramírez Montoya (2009)	Evaluar indicadores según necesidades	Trabajan con indicadores que se definen según el diagnóstico de las necesidades que se realiza a priori. Realizan diagnóstico previo para detectar necesidades.
Duran Encalada y Campos (1993)	Mediante una ecuación que calcula los gastos de operación	Modelo de asignación de recursos a través de la estimación de costos Requerimientos básicos, recursos adicionales, fondo que incentive el desempeño institucional
Charnes, Cooper y Rhodes (1978)	Utilizan programación lineal	Insertan el término de DMU (<i>decision making units</i>) con entradas y salidas comunes que ayudan a definir la eficiencia. Busca maximizar el desempeño y minimizar recursos (múltiples objetivos). Se pueden considerar varias variables de entrada y salida.
Korhonen y Syrjänen (2004)	Programación lineal con múltiples objetivos y DEA	Definen un programa lineal y lo resuelve a través de DEA. Considera tanto los rendimientos constantes a escala (CRS o CCR) como los rendimientos variables a escala (VRS o BCC).
Wang (2018)	Uso de programación lineal con múltiples objetivos y DEA	Uso de Programación lineal para resolver el problema de optimización. Solamente usa VRS y lo aplica a 64 universidades de China.

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, como lo refieren Zhang, Patton y Kenney (2013) el impacto de la financiación puede ser no homogéneo. Este trabajo no busca analizar este problema, simplemente busca optimizar el esquema actual de asignación de recursos.

3.2.2 Programación por metas y DEA

Modelo de decisión

Un modelo de decisión busca solucionar un problema “humano” a través de un modelo matemático. Para ello es necesario construir un modelo adecuado (que contemple los objetivos de

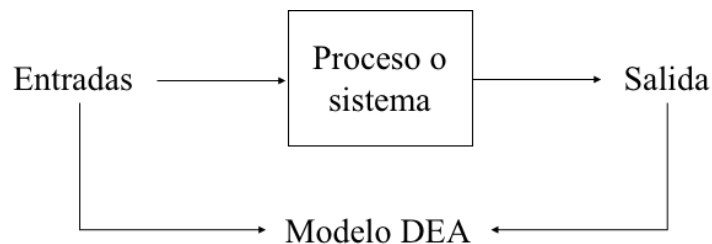
las partes interesadas), resolver a través de un algoritmo, validar el modelo e implementar la solución.

Para construir el modelo matemático que intenta mostrar el sistema físico real primero hay que representar un sistema con toda su complejidad, aunque sea necesario realizar algunas idealizaciones que faciliten el estudio. La obtención de un modelo matemático presupone establecer un equilibrio adecuado entre simplicidad y precisión en los resultados del análisis. La precisión se puede aumentar si se aumenta su complejidad, pero si no se necesita una precisión extrema, es preferible obtener un modelo simplificado que sea adecuado al problema que se pretende resolver.

Establecer modelos para sistemas complicados es el resultado de enlazar algunos subsistemas o elementos, cada uno de los cuales tienen su propia función de transferencia (relación entrada-salida que describe la dinámica de un sistema). Un diagrama de bloques es una representación gráfica de un sistema de ecuaciones. Si el sistema de ecuaciones corresponde al comportamiento del sistema, el diagrama de bloques considera a la planta como un conjunto de subsistemas relacionados entre sí. Proporcionando un conocimiento rápido de las características de los mismos al permitir observar como se interrelacionan las diferentes partes.

La figura 6 representa en forma simplificada un sistema, donde se considerarán entradas, salidas y la caja negra se refiere al proceso que se busca moldear. Las flechas se usan para representar las direcciones en las que fluyen las señales.

Figura 6. Diagrama del sistema.



Fuente: elaboración propia.

Modelo matemático

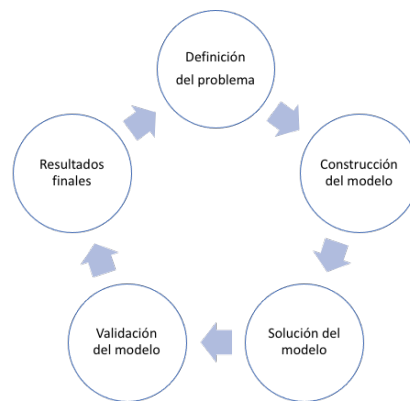
Para caracterizar este problema de financiamiento se puede dividir en dos sub-problemas: por una parte, la evaluación del desempeño, por otro lado, la asignación de recursos. Para el primer bloque es importante involucrar los factores más relevantes para mostrar el rendimiento de las IES.

Sin embargo, estas variables por si mismas son incapaces de demostrar la interacción entre entradas y salidas (Avkiran, 2001).

Al estar inmerso en un sistema complejo, se considera el uso de indicadores según CEPAL (2016), con el fin de reducir el número de variables en el sistema de ecuaciones y sin perder factores de relevancia. CEPAL sugiere trabajar con más de dos variables, o considerar uno de los cuatro tipos de indicadores descritos.

La investigación de operaciones sugiere cinco etapas para la solución de un problema, como se observa en la figura 7. Donde como primera fase se encuentra la definición del problema, en segundo término, la construcción del modelo, después se encuentra la búsqueda de los resultados, posteriormente se muestra la validación y por último la aplicación de los resultados.

Figura 7. Etapas de un estudio de investigación de operaciones.



Fuente: elaboración propia adaptado de Taha (1995).

Después de definir el problema, se construye el modelo, en este se definirán las entradas y las salidas. Después de construir el modelo matemático adecuado el siguiente paso consiste en obtener la solución óptima del problema. Una forma de resolver este problema es a través de la programación lineal con múltiples objetivos, en donde se identifican funciones de producción empíricas.

La programación lineal es una de las herramientas que busca asignar los recursos escasos con mayor eficiencia. Esta técnica matemática hace uso de la planeación y la programación computacional. Dorfman, Samuelson y Solow (1958) en su libro se enfocan en el análisis económico a través de programación no lineal. A grandes rasgos el modelo general de programación es el siguiente.

Para un problema de n actividades y m restricciones se considera un sistema de ecuaciones o desigualdades simultáneas. Donde se busca optimizar (maximizar o minimizar) la función objetivo [1] y se encuentra sujeta a una serie de restricciones [2].

$$f(Z) = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad [1]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n A_{1j} X_j &\leq b_1 \\ \sum_{j=1}^n A_{2j} X_j &\leq b_2 \\ &\dots \\ \sum_{j=1}^n A_{mj} X_j &\leq b_m \end{aligned} \quad [2]$$

Cada desigualdad del sistema de restricciones de manera gráfica determina un semiplano. El conjunto de intersecciones de todos estos semiplanos es la zona de soluciones factibles. El conjunto de los vértices se denomina conjunto de soluciones factibles básicas y el vértice donde se presenta la solución óptima se llama solución máxima (o mínima según el caso). El valor que toma la función objetivo en el vértice de solución óptima se llama valor del programa lineal.

Uno de los requisitos de un modelo de programación es que las variables con las que se trabaja contengan variables no negativas. Para solucionar este problema, se hace uso de las diferencias entre dos números no negativos, sin embargo, no será necesario usarlo, ya que las diez variables usadas se encuentran en el conjunto de los \mathbb{R}^+ (reales positivos) o no negativos. Aunado a ello, las restricciones que se definen como inecuaciones se pueden convertir en ecuaciones.

Los supuestos básicos de un programa lineal son:

1. Proporcionalidad
2. Aditividad
3. Divisibilidad
4. Linealidad de la función objetivo
5. No negatividad

El problema primal de programación lineal es un problema de asignación de recursos y el problema dual de programación lineal es un problema de valoración, o fijación de precio, de los recursos

asignados. En el problema de asignar recursos escasos se llega a una solución a través de formular objetivos múltiples. Una de las formas más eficientes de enfocar esta situación es a través de asignar prioridades a los distintos objetivos, con ello los objetivos que compiten por los recursos escasos se programan. Así se define el objetivo que se debe alcanzar primero, cual el segundo, y así sucesivamente (Hsiao y Cleaver, 1987).

La ventaja primordial de la programación por objetivos es su capacidad para manejar problemas de decisión que impliquen objetivos múltiples e incompatibles de acuerdo con la importancia que se les asigne. Al formular un modelo de programación por objetivos, se deben expresar todos los objetivos en forma de restricciones. Se introducen nuevas variables, denominadas variables de desviación, para que representen las desviaciones, sea el logro insuficiente o el logro excesivo, respecto de los objetivos señalados. Es por ello que se trata de minimizar indirectamente las desviaciones respecto a los objetivos.

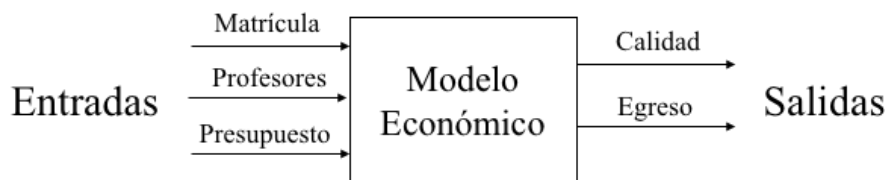
El modelo matemático del problema de asignación utiliza las variables de decisión descritas en la ecuación [3]

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Si se asigna } i \text{ para realizar la tarea } j \\ 0 & \text{Si no es así} \end{cases} \quad [3]$$

En donde cada x_{ij} es una variable binaria, que representan las decisiones de sí o no, es decir, si debe asignarse o no el recurso. Para resolver este problema de asignación, las restricciones de demanda serán ≤ 1 en lugar de $= 1$.

La figura 8 representa un ejemplo de como se vería un sistema, donde se considerarán como entradas la matrícula, número de profesores y presupuesto; y como salidas la calidad y el egreso. El método de programación con múltiples objetivos es una opción plausible para definir el modelo de este sistema, considerando que la solución óptima del problema se busca a través de maximizar la producción y de minimizar el costo.

Figura 8. Ejemplo de diagrama de sistema con múltiples entradas y salidas.



Fuente: elaboración propia.

Programación con múltiples objetivos (MOLP)

La programación por metas o con múltiples objetivos es una técnica usada para la toma de decisiones, donde se busca encontrar un conjunto de soluciones aceptables en problemas de múltiples objetivos o criterios. Sin embargo, este problema no es trivial, ya que determinar con precisión el valor real de cada objetivo es complicado, ya que se obtiene solamente información parcial, es decir, sujeta a otro objetivo.

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a } \quad & \min f(X) = (g_1(n, p), g_2(n, p) \dots g_k(n, p)) & [4] \\ & f(X) + n_i - p_i = b_i & [5] \\ & i = 1, \dots, l \end{aligned}$$

donde

k : son las prioridades

l : son las restricciones

n_i y p_i : son variables de desviación

Las variables de desviación representarán el incumplimiento (bajo cumplimiento o insuficiente) o sobrecumplimiento de la i – *esima* meta respectivamente.

Para resolver este problema multi-objetivo se propone el uso del método del Análisis Envolvente de datos (DEA por sus siglas en inglés de *Data Envelopment Analysis*). Este enfoque de programación matemática busca comparar el rendimiento de las organizaciones. Este algoritmo, busca la solución óptima del problema a través de maximizar la producción, además de minimizar el costo. Además, contempla múltiples entradas como son el número de profesores, facultades, número de alumnos y múltiples salidas, como son trabajos de investigación y número de egresados. La figura 8 muestra una ejemplificación gráfica del modelo considerado para solucionar el problema de asignación de recursos.

El uso de DEA en las evaluaciones educativas del tipo superior ya se ha considerado y se ha demostrado su efectividad (Ahn, Charnes y Cooper, 1988). Cervera Muñoz, Oviedo García y Pineda Acero (2013) publican un artículo donde se hace una revisión de 23 documentos que aplica el modelo (DEA) en Colombia. Sin embargo, solamente Wang (2018) ha utilizado DEA para estudiar el problema de la asignación de recursos a través del análisis de desempeño universitario.

Método de Análisis Envoltente de Datos

Este método DEA por sus siglas en inglés *Data Envelopment Analysis*, es un método para la estimación de producción y desempeño de las unidades de producción. Este método desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) se basa en un acercamiento a través de programación matemática. Resolviendo un sistema de ecuaciones a través de programación matemática no paramétrica, a través de ello se puede comparar el desempeño de un grupo de unidades de producción a las que se les denomina unidades de toma de decisiones (DMUs: Decision Making Units). Este método permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las unidades. Se obtienen variables de entrada o insumos de cada DMU para obtener salidas o resultados (Ray, 1991). Es importante considerar que se trabajará con una colección de DMUs con entradas y salidas comunes.

Para realizar la optimización se definen las relaciones entre insumos y resultados mediante una razón, esto puede ser entre una o varias salidas y una o varias entradas. Se estiman las salidas a través de la evaluación de desempeño (eficiencia) de las unidades de producción (en este caso las IES públicas). Los indicadores o variables se multiplican por un peso predeterminado a través de un problema de programación lineal con el objetivo de maximizar los resultados y minimizar los insumos (Restrepo y Villegas, 2007). Una ventaja del DEA es que no es necesario conocer la función de producción y por lo tanto hacer suposiciones sobre el sistema. Aunado a lo anterior, Charnes, Cooper y Rhodes (1978) enfatizan que los datos utilizados (variables) para este modelo se pueden encontrar ajenos a medidas económicas (precios de mercado, costos, etc.). Esto no quiere decir que no se hará referencia a funciones de producción o costos.

Para identificar las DMUs eficientes es necesario definir las variables de entrada y salida (Zhu, 2013). Existen diferentes programas (softwares) que se especializan en este algoritmo, como son DEA Solver, Efficiency Measurement System y DEA Frontier, Frontier Analyst y DEA SolvePro. Para cada DMU se calcula una puntuación entre 0 y 1 para capturar la eficiencia de la unidad en relación con la frontera. La puntuación de cada unidad se refiere a la cercanía o lejanía de la DMU con respecto a la frontera, cuanto mayor el valor (cercano a 1), mayor la cercanía a la frontera, de lo contrario la cercanía al cero significaría ineficiencia.

Una de las ventajas del DEA es que no contempla restricciones a la forma funcional de producción, por lo que se puede reflejar un problema complejo como es el sistema educativo superior. El enfoque que se utilizará cuenta con dos etapas, en la primera se calculan las eficiencias

y en la segunda el resultado de la primera se utiliza para la asignación del recurso (Wang, Korhonen y Syrjänen, 2004). Wang (2018) aplicó el modelo DEA en educación superior en China, donde se evaluaron 64 universidades con la información de desempeño del 2014 al 2016. La finalidad de ese artículo fue la de contribuir en el desarrollo de un nuevo programa para la asignación de un fondo nuevo.

Existen tres tipos de modelos DEA:

1. Basados en retornos a escala
2. Orientación de medición
3. Modelo de rendimientos

Otros autores consideran dos grandes modelos: el primero es el de orientación de entrada con rendimientos constantes a escala (DEA-CCR) propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y el segundo es el de rendimientos variables de escala (DEA-BCC) propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984). Además, existen otros modelos como el aditivo (Charnes et al., 1985), modelo multiplicativo (Charnes et al., 1982), el modelo cone-ratio (Charnes et al., 1990), el modelo de la región de seguridad (Thompson et al., 1986) y el modelo de super-eficiencia (Andersen y Petersen, 1993).

También, estos modelos pueden estar basados en retornos a escala u orientados a la medición. Además, pueden estar orientados a los insumos (entradas) y por otra la orientada a los resultados (salidas). Los primeros buscan la máxima reducción en el vector de los inputs dados los niveles de outputs mientras se encuentren en la frontera de posibilidades de producción. Mientras que los segundos buscan el máximo incremento proporcional de los outputs dado un nivel de inputs.

Modelo DEA-CCR (Rendimientos Constantes a Escala)

Este modelo fue propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) y se basa en un problema de programación fraccional para obtener los pesos (valores) de los insumos y resultados. El objetivo de este modelo es identificar el desempeño de distintas entidades de investigación. Para ello, se evalúa cada DMU, buscando el DMU más eficiente.

El modelo básico DEA-CCR se ve de la forma [6] y [7]

$$\max f(k) = \frac{\sum_{i=1}^n u_i y_{i0}}{\sum_{j=1}^n v_j x_{j0}} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, n \end{array} \quad [6]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned}
\frac{\sum_{i=1}^m u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^n v_j x_{jk}} &\leq 1 & k = 1, \dots, p \\
u_i &\geq 0 & h = 1, \dots, s \\
v_j &\geq 0 & \\
\sum_{j=1}^n u_j &= 1 & u \geq 0, \forall j = 1, \dots, n
\end{aligned} \tag{7}$$

Donde:

$f(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

$u_j = (o_1, o_2, \dots, o_n)$ es el vector de costos (pesos) de las entradas para las DMU (IES),

$v_i = (i_1, i_2, \dots, o_n)$ es el vector de costos de las salidas para las DMU (IES),

$x_{ik} = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk})$ es el vector de m entradas para la DMU (IES),

$y_{jk} = (y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$ es el vector de n salidas para la DMU (IES)

Los u_j y v_i son los pesos variables que se determinarán mediante la solución de este problema de programación lineal. x_{ik} y y_{jk} son los valores de insumos y resultados de observaciones pasadas, es decir, las mediciones de las DMUs se refieren a indicadores obtenidos de las IES en años anteriores. Sin embargo, este problema no lineal se puede convertir en uno lineal fraccionario. La solución del programa lineal para una DMU se calculará con respecto a la relación con los demás. De esta forma el problema de maximización otorga la ponderación más alta según las restricciones establecidas.

Entonces el modelo DEA se observa en las ecuaciones [8] y [9]

$$\begin{aligned}
&\max f(k) & j = 1, \dots, n & \tag{8} \\
\text{Sujeto a} & & &
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x_{ik} - \sum_{j=1}^n C_j X_{ij} &\geq 0 & i = 1, \dots, m & \\
-f(k)g_j + \sum_{j=1}^n C_j g_{hj} &\geq 0 & h = 1, \dots, s & \tag{9} \\
\sum_{j=1}^n C_j &= 1 & C_j \geq 0, \forall j = 1, \dots, n &
\end{aligned}$$

Donde:

j es el índice de la IES,

k es la IES bajo evaluación,

$f(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

$C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ es el vector de pesos para las IES

$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$ es el vector de m entradas para la IES j ,

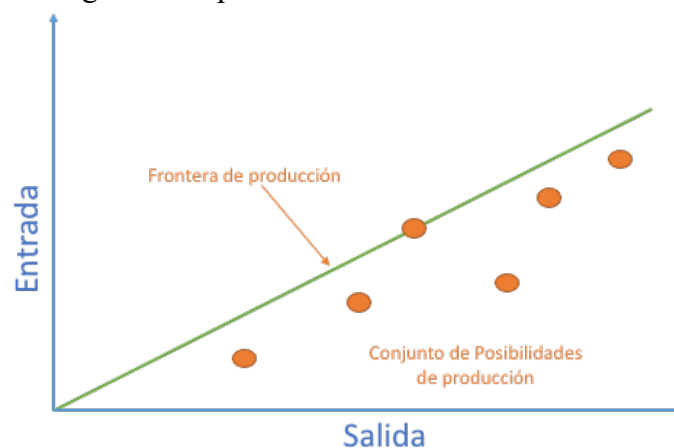
$g_j = (g_{1j}, g_{2j}, \dots, g_{sj})$ es el vector de s salidas para la IES j

La calificación de eficiencia está sesgada hacia el nivel superior derivado de que las DMUs se comparan con la frontera observada, pero esta frontera no es mejor que la frontera real. Simar y Wilson (1998) sugieren seguir los siguientes pasos del método de arranque.

1. Para todos los DMUs generar un subconjunto $\{x_j, g_j\}_{j=1, \dots, n}$ utilizando una estimación bivariable de la densidad de kernel.
2. Calcular los puntajes de eficiencia usando el subconjunto utilizado en el paso 1.
3. Repetir el paso 1 y 2 n -veces para obtener una serie de valores (calificaciones).
4. Calcular las eficiencias corregidas-sesgadas.

Gráficamente se puede observar el modelo a través de un ejemplo de una entrada y una salida (insumo y resultado) como en la figura 9. Donde se observa una DMU en la frontera de eficiencia y cinco DMUs que se encuentran en el conjunto de posibilidades de producción, pero no se encuentran en la frontera de eficiencia.

Figura 9. Diagrama del problema DEA-CCR.



Fuente: Elaboración propia.

Cooper, Seiford y Zhu (1917) definen dos tipos de eficiencia. La primera es una definición extendida de Pareto-Koopmans la cual se especifica como cualquier DMU que alcanza la eficiencia total, si y sólo si, ninguna de sus entradas o salidas puede mejorarse sin empeorar algunas de sus otras entradas o salidas. La segunda, denominada eficiencia relativa, refiere que una DMU

es completamente eficiente sobre la base de la evidencia disponible, si y sólo si, el desempeño de otras DMUs no muestra que algunos de sus insumos o resultados pueden mejorarse sin empeorar algunas de sus otros resultados o insumos. La definición de Pareto-Koopmans se le denomina así derivado de la teoría de la economía del bienestar de Vilfredo Pareto (1906), donde sugiere que una política social podría justificarse si mejoro el bienestar de algunas personas sin empeorar el de otras, la cual Koopmans (1951) adapta a los productos finales (bienes finales), de tal forma que no se permite mejorar ningún bien final si esta mejora resulta de empeorar uno o más bienes finales. Donde Koopmans consideró los precios de eficiencia como los precios asociados con la asignación eficiente de recursos (insumos).

Este modelo CCR considera el “mejor cociente”, y con ello se utiliza un valor fijo para obtener los pesos, sin embargo, se deben cumplir las siguientes condiciones: 1) todos los datos y todos los pesos deben ser positivos (o al menos valores no negativos), 2) la relación resultante entre las entradas y salidas debe estar entre cero y uno, y 3) estos mismos pesos para la DMU destino (IES) se aplican a todas las DMUs (IES).

Considerando esto, la entidad evaluada se evalúa desde un punto de la frontera eficiente. Es decir, no es posible elegir un mejor conjunto de pesos para la evaluación, en relación con las otras entidades.

Wang (2018) utiliza el modelo de rendimientos variables a escala (VRS o DEA-BCC) orientado a resultados con el objetivo de mostrar la eficiencia universitaria. Además, eligió el modelo orientado a resultados, el cual fija los insumos y explora la posibilidad de expansión de la salida. La orientación hacia los resultados es más apropiada para la evaluación universitaria que la orientación hacia los insumos, ya que las organizaciones públicas tienden a maximizar los resultados dados los recursos disponibles.

Modelo DEA-BCC (Rendimientos Variables a Escala)

Este modelo es llamado así por Banker-Charnes-Cooper, el cual se caracteriza por tener datos variables a escala. También se le denomina VRS (por sus siglas en inglés Rendimientos Variables a Escala).

El programa lineal dual se expresa como sigue:

$$\max z(k) = u_i y_{i0} - u_0 \quad i = 1, \dots, m \quad [10]$$

$$\begin{aligned}
& \text{Sujeto a} & j = 1, \dots, n \\
& v_j x_{jk} = 1 & k = 1, \dots, p \\
& -v_j x_{jk} + u_i y_{i0} - u_0 e \leq 0 \\
& v_j \geq 0 \\
& u_j \geq 0 & u \geq 0, \forall j = 1, \dots, n
\end{aligned} \tag{11}$$

Donde

$z(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

$u_j = (o_1, o_2, \dots, o_n)$ es el vector de costos (pesos) de las entradas para las DMU (IES),

$v_i = (i_1, i_2, \dots, o_n)$ es el vector de costos de las salidas para las DMU (IES),

$x_{ik} = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk})$ es el vector de m entradas para la DMU (IES),

$y_{jk} = (y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$ es el vector de n salidas para la DMU (IES)

El programa lineal fraccional equivalente a las ecuaciones 10 y 11 se expresa mediante:

$$\begin{aligned}
\max z(k) = \frac{u_i y_{i0} - u_0}{v x_0} & i = 1, \dots, m \\
& j = 1, \dots, n
\end{aligned} \tag{12}$$

Sujeto a

$$\begin{aligned}
\frac{u_i y_{i0} - u_0}{v_j x_{jk}} & \leq 1 & k = 1, \dots, p \\
v_j & \geq 0 \\
u_j & \geq 0 & u \geq 0, \forall j = 1, \dots, n
\end{aligned} \tag{13}$$

Donde

$z(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

$u_j = (o_1, o_2, \dots, o_n)$ es el vector de costos (pesos) de las entradas para las DMU (IES),

$v_i = (i_1, i_2, \dots, o_n)$ es el vector de costos de las salidas para las DMU (IES),

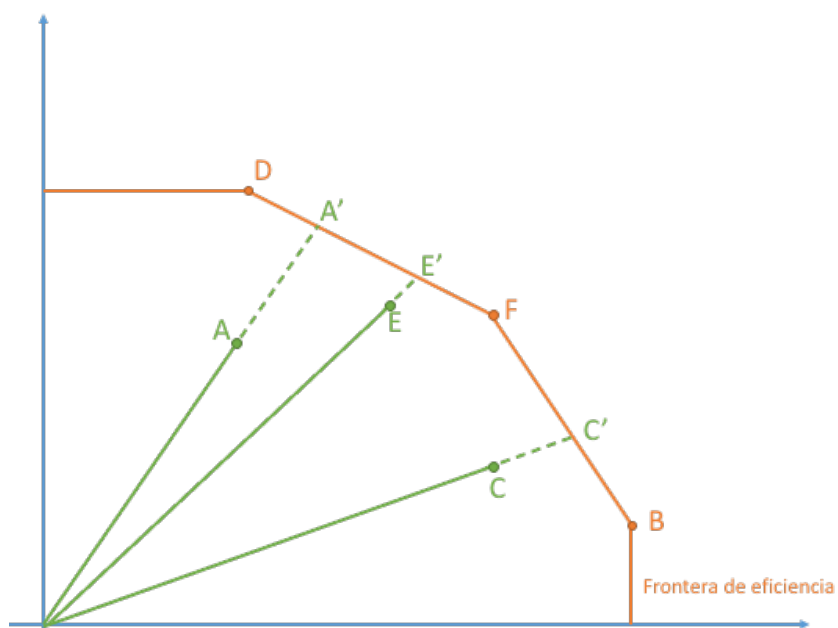
$x_{ik} = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk})$ es el vector de m entradas para la DMU (IES),

$y_{jk} = (y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$ es el vector de n salidas para la DMU (IES)

Este tipo de solución del programa lineal considera diferentes cocientes (rendimientos), por una parte, rendimientos crecientes a escala, rendimientos decrecientes a escala y rendimientos a escala constantes. Gráficamente se puede observar con dos ejemplos, considerando una entrada y una salida.

La figura 10 muestra la frontera de eficiencia, considerando 6 DMUs. En este caso, las DMUs eficientes son B, D y F, por lo tanto, la línea definida por los puntos DFB es la frontera de eficiencia. En cambio, los DMUs ineficientes son A, E y C, que se encuentran por debajo de la frontera de eficiencia. Los puntos A', E' y C' son los valores que las DMUs correspondientes alcanzarían en caso de aprovechar los insumos como las DMUs eficientes.

Figura 10. Diagrama del problema DEA-BCC (ejemplo 1).

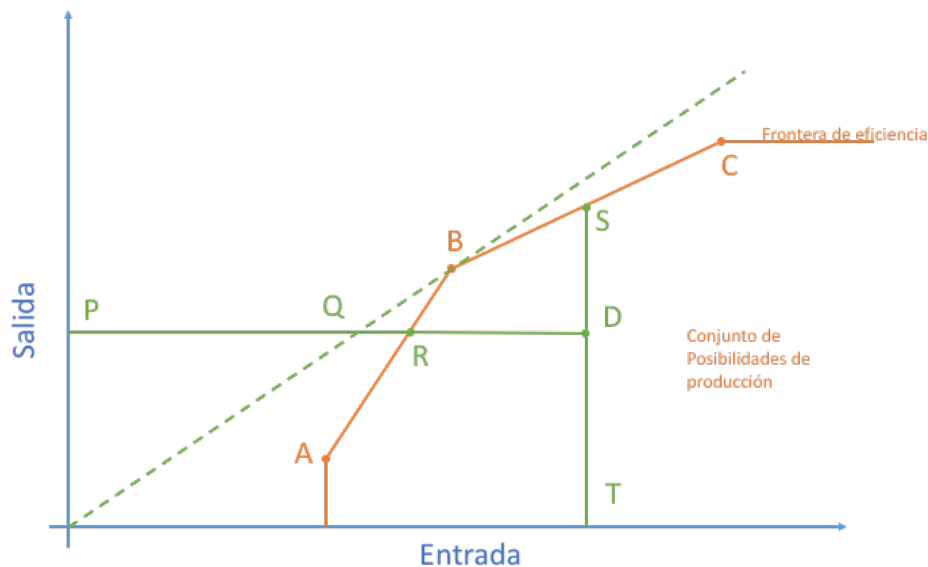


Fuente: Elaboración propia.

El segundo ejemplo se muestra en la figura 11, donde el primer cociente es el $\frac{PR}{PD}$, mientras que con el modelo CCR se hubiera considerado el cociente $\frac{PQ}{PD}$, el cual es menor (comúnmente se cumple $\frac{PQ}{PD} \leq \frac{PR}{PD}$). El cociente del modelo BCC utiliza los valores del eje vertical $\frac{ST}{DT}$. La diferencia con el programa lineal, es que se considera la restricción $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ($\theta_B = 1$), la cual representa la variable u_0 en el modelo dual. Del programa original donde se busca minimizar el vector de costos (entradas) se transforma en maximizar la suma de los excedentes de insumos y los déficits de resultados.

En este caso, la eficiencia se define como una solución óptima donde cumple la restricción $\theta_B = 1$ y no tiene restos (slacks), es decir, $s = 0$.

Figura 11. Diagrama del problema DEA-BCC (ejemplo 2).



Fuente: elaboración propia.

Wang sugiere el uso de este modelo DEA BCC (Rendimientos Variables a Escala) derivado del objetivo del planificador de los recursos públicos el cual es el de maximizar la cantidad total de resultados deseables de todas las universidades. Es por ello que este modelo aplica para asignar el recurso buscando la mejora en el desempeño de las universidades, obviamente contemplando las prioridades del gobierno. Es por ello que el siguiente paso es el de asignar el recurso según las restricciones de estos tomadores de decisiones. El modelo busca encontrar la combinación óptima de ajustes de insumos y resultados para maximizar las salidas generales.

Para cumplir con algunas limitaciones referentes al recurso estatal se agregan las siguientes restricciones:

- Considerando Korhonen y Syrjänen (2004). suponemos que las DMUs pueden ajustar sus entradas y salidas a corto plazo dentro de un conjunto de posibilidades, especificando explícitamente en función de los valores actuales.
- Los puntajes de eficiencia de todas las DMU no pueden deteriorarse después de la asignación de recursos.
- Se asume que las X_{ij} la i -ésima entrada de la j -ésima DMU se puede ajustar a

$X_{ij} + \Delta X_{ij}$ después de la optimización de la asignación de recursos. Es por ello que para la i -ésima entrada de la j -ésima DMU se asume el ajuste de ΔX_{ij} que debe cumplir con $L_{ij} \leq \Delta x_{ij} \leq U_{ij}^x$ para $i = 1, \dots, m$ y $j = 1, \dots, n$, donde los límites L_{ij} y U_{ij}^x son fijados por el planificador de recursos (Secretaría de Planeación y Finanzas del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro).

Para Wang (2018), el siguiente paso es la asignación del recurso con los resultados anteriores. Cada IES tendrá asignado una calificación entre 0 y 1, el cual sugiere el valor de eficiencia de cada IES con respecto a las demás IES. Así, se utilizan los valores de eficiencia obtenidos del modelo DEA y se resuelve el programa lineal, considerando el presupuesto total que se les asignará a las instituciones.

Algunas recomendaciones para resolver el modelo DEA son definir concretamente las DMUs, para las cuales se deberán presentar los datos de las variables de entrada y salida. Para ello, se asume que sean no negativos (Cooper, Seiford y Tone, 2007). También es indispensable considerar que las variables de entradas y salidas, así como la elección de las DMUs deben reflejar los intereses por los que la investigación se está llevando a cabo. Por último, deben ser congruentes las unidades de medida con las entradas y salidas.

4. METODOLOGÍA.

La metodología usada busca alcanzar el objetivo de esta investigación, es por ello que primero se describe el objetivo general, así como los objetivos específicos, preguntas de investigación e hipótesis. Después se describen las variables a las que se tienen acceso oficial (a nivel estatal y federal) y se presenta una breve descripción de las IES, con el fin de observar las principales características de estas organizaciones, así como sus diferencias.

Posteriormente se definen los indicadores utilizados para realizar un análisis descriptivo de cada una de las IES y un análisis comparativo entre las IES. Para ello, se calculan indicadores que reflejan el desempeño académico y financiero, donde, se detalla la fórmula de cálculo y la fuente de cada una de las variables usadas.

Después, se describe el método cuantitativo usado, en este caso se especifica el modelo usado a través de ecuaciones matemáticas para evaluar el desempeño de las IES, donde se define la ecuación objetivo y las restricciones a la que está sujeta. También se define el método de solución del programa lineal, es decir, el método DEA utilizado. Finalmente se determina el método de asignación de recurso contemplando los resultados de la evaluación de desempeño.

4.1 Planteamiento del problema

4.1.1 Objetivos

El objetivo general de esta investigación es diseñar un modelo de evaluación del desempeño para las IES públicas del Estado de Querétaro que considere indicadores académicos y financieros; mediante un modelo de programación multi-objetivo que favorezca el proceso de asignación de recursos estatales.

Con base en el objetivo principal de la investigación, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las características del modelo educativo superior público en el Estado de Querétaro.
2. Recabar información para la construcción del conjunto de indicadores que permitan mostrar el desempeño de las IES en el aspecto académico y financiero.
3. Construir indicadores con la información recabada.

4. Realizar análisis exploratorio y descriptivo con la intención de mostrar el panorama del sistema educativo superior público en el estado de Querétaro.
5. Diseñar un modelo matemático que evalúe el desempeño (considerando factores académicos y financieros) de las IES con la finalidad de buscar la adecuada asignación de recursos estatales.
6. Solucionar el modelo matemático a través del método DEA para obtener la evaluación de desempeño de las IES.
7. Utilizar los resultados de la evaluación de desempeño para proponer recomendaciones en la asignación del recurso estatal acorde al desempeño académico y financiero de las mismas IES.

4.1.2 Preguntas de investigación

La principal pregunta de investigación a la que se le quiere dar respuesta es ¿se puede desarrollar un modelo de evaluación que considere factores tanto académicos como financieros para evitar los sesgos que incurren los modelos de evaluación existentes?

Además, se han considerado las siguientes preguntas de apoyo para la investigación:

1. ¿Qué ventajas y desventajas existen en los modelos actuales de evaluación de IES?
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del modelo propuesto con respecto a otras evaluaciones?
3. ¿Cuáles son las recomendaciones que se derivan de la evaluación del modelo propuesto?

4.1.3 Hipótesis

Con el objetivo de guiarnos en la investigación se redactan las siguientes hipótesis (nulas).

H_{1,0}: El modelo desarrollado tiende a reasignar el recurso a las universidades con mejor desempeño (académico y/o financiero).

H_{2,0}: El modelo desarrollado tiende a buscar una eficacia productiva a través de disminuir (eliminar) el recurso hacia las IES con menor desempeño. (alternativa de la H_{1,0})

H_{3,0}: Este modelo permite obtener un ordenamiento diferente de las IES respecto a las calificadoras que actualmente existen.

4.1.4 Población

Las diez instituciones de educación superior públicas del Estado de Querétaro que reciben recurso estatal se encuentran enlistadas en la tabla 13 y que se contemplan como la población en este estudio. La información del presupuesto se obtuvo de la Sombra de Arteaga en el Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro para el Ejercicio Fiscal correspondiente. La información académica se obtuvo de USEBEQ (2021) como recopilación de los Formatos 911 que la SEP recaba cada ciclo escolar de las IES.

Tabla 13. Instituciones de educación superior públicas que reciben recurso del Estado.

No.	IES
1	Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)
2	Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ)
3	Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC)
4	Universidad Tecnológica de San Juan del Río (UTSJR)
5	Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ)
6	Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ)
7	Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ)
8	Escuela Normal del Estado de Querétaro (CBENEQ)
9	Escuela Normal Superior de Querétaro (ENSQ)
10	Universidad Pedagógica Nacional en Querétaro (UPN)

Fuente: elaboración propia

Es importante recalcar algunas características de cada una de las universidades contempladas. La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) es una universidad pública estatal autónoma, la cual cuenta con independencia en sus actividades y no se encuentra normada jurídicamente a rendir cuentas al gobierno estatal. Por otro lado, las otras nueve para solicitar mayor presupuesto presentan sus avances y solicitudes a través de consejos directivos, que se encuentra conformado por representantes de gobierno del estado, de la misma IES y de los órganos que las rigen a nivel federal. De estas nueve instituciones, tres (CBENEQ, ENSQ y UPN) se especializan en formar profesionales de la educación. Las otras seis pertenecen al subsistema de universidades tecnológicas y politécnicas, que son reguladas por la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP).

La tabla 14 muestra la misión de las IES y el número de programas educativos por nivel. En cuanto a la antigüedad, se puede observar en la columna uno, en el nombre de la institución el

año de creación de las instituciones. En este aspecto se observa universidades con una antigüedad de 11 años hasta de más de 70 años como la UAQ y la CBENEQ que cuenta con más de 100 años de creación. La UPN se creó en 1962 a nivel nacional y en Querétaro en 1978. Por otra parte, se observa una gran diferencia entre las instituciones con respecto al número de programas educativos tanto a nivel TSU, licenciatura y posgrado. La UAQ resalta con sus más de 200 programas educativos, tres de TSU, 81 de licenciatura y 142 programas de posgrado entre disgregados en especialidad, maestría y doctorado.

Tabla 14. Características de las diez IES analizadas.

IES	Misión	Programas Educativos
UAQ (1951)	A través, de la formación profesional e integral de nuestras y nuestros profesionistas altamente calificados con un compromiso ciudadano hacia la sociedad. Con el objetivo de promover la igualdad, la equidad e inclusión educativa, así como, la erradicación de la violencia y la discriminación; el respeto al medio ambiente y fomentar la sustentabilidad. En la investigación, como institución científica, generar conocimientos con alto sentido humanista, compromiso y responsabilidad social.	TSU: 3 Licenciatura: 81 Especialidad: 43 Maestría: 75 Doctorado: 24
UTEQ (1994)	Contribuir al desarrollo del potencial humano de nuestros alumnos, a través de su formación en el nivel de Educación Superior, participando en el desarrollo del Estado.	TSU: 12 Licenciatura: 13 Maestría: 2
UTSRJ (1996)	Su principal objetivo es lograr una educación integral de calidad, de acuerdo a nuestro Sistema de Gestión de la Calidad, de tal modo que nuestros alumnos cuenten con conocimientos sólidos, experiencia práctica, actitudes y valores.	TSU: 2 Lic: 9
UNAQ (2007)	Formar profesionales e investigadores para el sector aeronáutico, con valores, conocimientos, competencias y reconocimiento nacional e internacional, basado en un modelo educativo abierto, flexible, pertinente y estrechamente vinculado, para el desarrollo social, económico y cultural de México.	TSU: 3 Licenciatura: 3 Maestría: 3
UPQ (2005)	Somos una institución pública de educación superior que genera y difunde conocimiento, aporta capital humano como agente de cambio, coopera al desarrollo social, productivo, económico y tecnológico e impulsa la competitividad en un contexto global que contribuye al bienestar y desarrollo armónico del alumno y la sociedad, mediante la formación profesional integral, a través de un modelo educativo pertinente basado en competencias, centrado en el aprendizaje, vinculado al sector productivo con un equipo humano altamente capacitado y comprometido con la institución y su vocación de servicio.	Licenciatura: 7 Maestría: 2
UPSRJ (2011)	A través de una cultura de sustentabilidad contribuimos al desarrollo de México mediante la formación integral de ciudadanos globales.	Licenciatura: 6 Maestría: 1
UTC (2011)	La Universidad Tecnológica de Corregidora es una institución de educación superior que ofrece estudios científicos y tecnológicos de calidad formando profesionistas competentes, capaces de enfrentar los retos de los sectores social y productivo.	TSU: 5 Licenciatura: 2
CBENEQ (1886)	Formamos Profesionales de la Educación, con excelencia académica y vocación Humanista para sumar al desarrollo integral de nuestra Nación; siempre en congruencia con los valores y programas de estudio establecidos por la SEP para las Escuelas Normales.	Licenciatura: 6 Maestría: 2

<i>IES</i>	Misión	Programas Educativos
<i>ENSQ (1992)</i>	Formar profesores en servicio frente a grupo como licenciados en educación secundaria, acordes al perfil de egreso sustentado en la política educativa. Profesionalizar a los docentes y directivos a través de estudios de posgrado, actualización y capacitación que generen conocimientos profundos en el área de educación, con la finalidad de que impacten en el ámbito social y cultural.	Licenciatura: 1 Maestría: 1
<i>UPN (1978)</i>	Es una institución pública de educación superior, con vocación nacional y plena autonomía académica; se orienta a la formación y desarrollo de profesionales de la educación y a la generación de conocimiento de acuerdo con las necesidades del país y atendiendo a la diversidad sociocultural. A partir de sus funciones sustantivas se vincula con el sector educativo, con organizaciones sociales e instituciones nacionales e internacionales, con el fin de atender la problemática educativa y el fomento a la cultura.	Licenciatura: 4 Maestría: 2

Fuente: elaboración propia con información de páginas oficiales de las IES.

Respecto a la misión de cada una de las IES, se observa que, aunque cuentan todas con sus propias prioridades, el factor común es la formación de profesionistas en programas educativos de calidad. Entre los otros objetivos están el de promover la investigación y el desarrollo tecnológico, la vinculación con el sector productivo y el impulso al aspecto social. Este último enfocado al desarrollo del Estado y necesidades de nuestro País, como se puede observar con la nueva teoría de la responsabilidad social universitaria (Vallaey, De la Cruz y Sasía, 2009).

4.1.5 Variables e indicadores

Para la primera parte de la investigación (da respuesta al objetivo 1 y 2), donde se presenta un análisis exploratorio y descriptivo de las IES públicas del Estado de Querétaro se recopiló, procesó y analizó información cuantitativa (formatos 911) que se recaba de manera oficial por los entes reguladores (SEP y Secretaría de Educación, a través de la USEBEQ), así como la información financiera de las IES que se encuentra en el portal de transparencia de las mismas instituciones y el presupuesto publicado en el periódico oficial La Sombra de Arteaga.

La tabla 16 muestra las variables que se han utilizado, las cuales fueron recabadas del formato 911. Este formato se recaba a solicitud de la SEP quien realiza el levantamiento de la información a través de la Dirección General de Planeación y Programación (DGPP) a los centros educativos, desde las estancias infantiles hasta las IES. Este formato contiene información del inicio y final de cada ciclo escolar. Estos formatos son llenados por cada centro de trabajo y capturados vía internet para simplificar la labor administrativa, donde son validados y utilizados para contar con estadísticas del subsistema educativo estatal. En el Estado de Querétaro esta

información se encuentra disponible en el portal de USEBEQ (<https://www.usebeq.edu.mx/PaginaWEB/Estadistica/IndexEstadisticas>).

Tabla 15. Tabla de variables oficiales de Formato 911.

Datos	Nomenclatura	Descripción
Matrícula	MAT	Total de alumnos inscritos en la IES.
Alumnos nuevo Ingreso	ING	Cantidad de alumnos que son de nuevo ingreso en la IES.
Egreso	EGR	Número de alumnos que egresan de la universidad en el ciclo escolar anterior.
Directivos	DIR	Cantidad de personal que realiza funciones directivas
Profesores	PRO	Número de profesores que trabajan en la universidad
Administrativos	ADM	Número de personal administrativo, auxiliar y de servicios.
Programas Educativos	PE	Número de Programas Educativos que oferta la IES.
Presupuesto Estatal	PRE	Cantidad en moneda nacional de presupuesto asignado a las IES.
Programas Educativo de Calidad	PECal	Número de programas educativos de licenciatura que cuentan con algún reconocimiento de calidad, ya sea en CIEES o COPAES

Fuente: (USEBEQ, 2021), Decreto de Presupuesto, CIEES, COPAES y PNPC.

Entre las variables que se definen en los formatos se encuentran el total de alumnos inscritos, cantidad de egresados del ciclo escolar anterior, cantidad de personal administrativo, así como personal que realiza funciones directivas, entre otras. La tabla 15 muestra los datos utilizados, en la primera columna se encuentra el nombre de la variable, la segunda la abreviatura y la tercera la descripción de la variable. La variable de programas educativos (PE), se definió con respecto a los formatos 911 de USEBEQ (Anexo 1), lo cual tiene diferencias con la información presentada en la tabla 14 donde se especifican cada uno de los programas por nivel educativo (TSU, Licenciatura, Especialidad, Maestría y Doctorado), esto se debe a que la información presentada en USEBEQ diferencia los programas educativos escolarizados y no escolarizados, lo cual puede aumentar el número de programas por institución. En ese mismo tenor, para la variable PECal (programas educativos de calidad), se consideraron también los posgrados que se encuentran en el padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) obtenidos de la página <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php?>.

También, se puede ubicar a través de los diarios oficiales del Estado, La Sombra de Arteaga, el Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro, donde se obtienen los presupuestos estatales aprobados para cada una de las IES para el ejercicio fiscal correspondiente. También, se obtuvo información de las páginas oficiales de CIEES

(<https://www.ciees.edu.mx/padron/>) y COPAES (<https://www.copaes.org/consulta.php>) para contabilizar el número de programas educativos acreditados y evaluados de las instituciones.

Aunado a ello, se recabó información del gasto de las IES (gasto de funcionamiento y gastos totales) en los portales de transparencia de cada una de las instituciones. Esta información se publica de forma continua para cumplir con las obligaciones en el tema de transparencia a nivel estatal, por recibir recurso público estatal. La única IES que no cuenta con esta información fue la Universidad Pedagógica Nacional, es por ello que se tomó en cuenta la información a nivel federal que publican en la página de transparencia (<https://consultapublicamx.plataformadetransparencia.org.mx/vut-web/faces/view/consultaPublica.xhtml#inicio>), lo cual se debe considerar cuando se presente la información estadística y las gráficas, ya que se refiere al gasto que realiza la institución a nivel nacional y no se encuentra fragmentado por Estado.

Sin embargo, con las variables recabadas de la tabla 16 no se pueden realizar comparaciones tan directas entre las IES, ya que las variables dependen del tamaño de las IES, de la capacidad con la que cuenta la institución para atender alumnos, así como del personal necesario para atender las necesidades de la institución (administrativos, profesores, entre otros). Por lo que, no se puede contrastar la eficiencia entre las instituciones.

Es por ello, que para la segunda etapa de la investigación (da respuesta a objetivo 3 y 4), se realizó un análisis comparativo de las diez IES consideradas, a través de definir y calcular indicadores con los datos recabados. El objetivo fue observar el desempeño de las IES en el aspecto académico y financiero. González López (2003) considera que los indicadores son nuestros instrumentos que identifican los distintos aspectos que en conjunto definen si una institución educativa se considera de calidad. La tabla 16 muestra la definición del indicador, la fórmula de cálculo y la fuente de donde se obtuvo la información.

Tabla 16. Indicadores de desempeño.

Variable	Definición	Fórmula	Fuente
Porcentaje de Egreso (PEgr)	Es la relación cuantitativa de los estudiantes que egresan (finalizan su plan de estudios) con respecto al total de alumnos inscrito en la IES.	$(\text{Cantidad de egresados (quienes concluyeron su plan de estudios)} / \text{Total de alumnos que se encuentran inscritos en la IES}) * 100$	USEBEQ: Formatos 911
Porcentaje de Ingreso (PIng)	Se define como la relación cuantitativa de los estudiantes de nuevo ingreso en la IES (TSU, Licenciatura y posgrado) respecto del total de alumnos en la IES	$(\text{Cantidad de nuevos ingresos} / \text{Total de alumnos en la IES}) * 100$	USEBEQ: Formatos 911

Variable	Definición	Fórmula	Fuente
Calidad Académica (CalAca)	Se refiere a la proporción de programas educativos de tipo superior (TSU, Licenciatura y Posgrado) que ofrece la institución y cuentan con algún tipo de reconocimiento oficial por su calidad académica (tales como constancia de acreditación por organismos reconocidos por COPAES, o documento de reconocimientos específicos por parte de CIEES), o se encuentran en el PNPC, respecto del total de programas educativos de tipo superior (TSU, Licenciatura y Posgrado) que ofrece la institución.	$(\text{Cantidad de programas educativos de tipo Superior (TSU, Licenciatura y Posgrado) en la Institución, reconocidos por su calidad académica} / \text{Total de programas educativos de tipo Superior (TSU, Licenciatura y Posgrado) en la Institución}) * 100$	USEBEQ: Formatos 911 CIEES COPAES PNPC
Relación alumno-profesor (A/P)	Se refiere a la relación cuantitativa entre la cantidad de alumnos en educación Superior en la Institución y la cantidad de docentes en educación Superior en la Institución.	$(\text{Cantidad total de alumnos en educación Superior en la Institución} / \text{Cantidad total de docentes en educación Superior})$	USEBEQ: Formatos 911
Recurso financiero (ReFin)	Proporción que representa los gastos de administración con relación al gasto total de la IES	$(\text{Gastos de funcionamiento} / \text{gasto total}) * 100$	Páginas de transparencia de IES
Recurso administrativo (ReAdm)	Se refiere a la proporción de personal administrativo respecto a profesores	$(\text{Número de administrativos con respecto a profesores})$	USEBEQ: Formatos 911
Costo por alumno (CpA)	Se refiere a la relación cuantitativa, (medida en costo) entre el presupuesto estatal asignado y la cantidad de alumnos en educación superior	$\text{Recurso estatal asignado} / \text{cantidad total de alumnos}$	Diario oficial del Estado. USEBEQ: Formatos 911

Fuente: elaboración propia.

Para todos los indicadores se consideran los programas educativos en todas sus modalidades: Escolarizada, No Escolarizada y Mixta. Además, se contempla la matrícula del ciclo escolar 2020-2021. Los cuatro primeros indicadores (porcentaje de egreso, porcentaje de ingreso, calidad académica y relación alumno-profesor) evalúan el proceso enseñanza aprendizaje y los siguientes tres indicadores evalúan el proceso de soporte (recurso financiero, recurso administrativo y costo por alumno), el cual considera la parte financiera y administrativa.

El primer indicador de porcentaje de egreso, se considera respecto al ciclo escolar. Aunque CIEES y COPAES lo definen como egreso respecto a su cohorte generacional, derivado de la heterogeneidad de las instituciones, donde cada programa educativo tiene diferente duración y los periodos son diversos (trimestral, cuatrimestral, semestral, anual). Es por ello que se considera solamente la proporción del total de alumnos inscritos en la IES y el número de egresados en el ciclo escolar (2020-2021).

Con el cálculo de estos indicadores, se puede realizar un análisis descriptivo y comparativo entre IES. Aunque a diferencia del uso de los datos (variables descritas en la tabla 16), en esta etapa se pueden realizar comparaciones entre las IES, ya que al usar cocientes se puede observar la eficiencia de las organizaciones (Cooper, Seiford y Tone, 2007) y se elimina el problema de la unidad de medida de las variables. Sin embargo, no se puede evaluar de manera global a las IES, solamente se observan aspectos específicos de las IES, según las variables contempladas en el cálculo de los indicadores.

4.2 Métodos, técnicas y herramientas

En las primeras dos etapas solamente se ha utilizado estadística descriptiva para observar el desempeño de las IES, a través de variables como son matrícula, egreso, entre otras. También se han utilizado las medidas de relación resultados-insumo (salidas-entradas) con el fin de observar medidas de eficiencia o desempeño, para ello se definieron los indicadores de la tabla 17. Sin embargo, solamente se puede observar algún factor a través de estos indicadores, aunado a que se basan en su mayoría en proporciones, y se debe definir a priori la relación entre las variables, para observar su eficiencia o ineficiencia.

Es por ello que, para la tercera etapa (da respuesta al objetivo 5) se definió el modelo matemático, tomando en cuenta la teoría del Análisis Envolvente de Datos (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978). Las ventajas de este modelo es que tiene la capacidad de identificar fuentes y cantidades de ineficiencia en cada entrada y cada salida para cada IES, aunado a la capacidad de identificar la IES de referencia, del conjunto de IES eficientes y sus cantidades de ineficiencia. Además, como se mencionó en la sección 3.2.2, Wang utilizó este modelo para evaluar el desempeño de 64 universidades considerando múltiples factores (número de publicaciones, número de patentes, ingresos por transferencia de conocimiento) con el objetivo de asignar fondos de investigación.

Para llevar a cabo el diseño del modelo, se selecciona el método del DEA expuesto en la sección 3.2.2. De acuerdo a este método, el paso inicial es definir las DMUs, que como se explicó anteriormente, se refiere a las Unidades de toma de decisiones (por sus siglas en inglés). En este trabajo se consideran a las 10 IES públicas, definidas en la tabla 13 como cada una de las DMUs, derivado de que observaremos el desempeño de cada una de ellas con respecto al presupuesto (el cual es asignado por el gobierno estatal). De los tres tipos de modelos DEA se observa que en el

modelo CCR (Charnes, Cooper and Rhodes) se define la eficiencia técnica, como se definió en el apartado 3.2.2. Se cuenta con 10 DMUs a evaluar, las cuales corresponden a las 10 IES públicas de la tabla 13.

Para definir el modelo matemático fue necesario distinguir entre insumos y resultados (entradas y salidas) de las variables que contendrá el modelo. En esta etapa se consideró un modelo con una entrada (presupuesto), y 7 variables de salida, con el cual se busca encontrar a la IES más eficiente, es decir, la IES que con el presupuesto asignado maximice las variables de salida (siete variables). Al considerar 7 variables que representan la parte académica, y una variable de entrada como es el recurso financiero, el cociente refiere a la eficiencia financiera de la IES.

En el Anexo 2 se muestra también un modelo con 3 variables de entrada y 5 de salida. El cual se consideró derivado de que 3 de las variables se pueden considerar insumos para llegar a los resultados que son las variables de salida (matrícula, ingreso, egreso, programas educativos y programas educativos de calidad).

4.2.1 Modelo

El modelo que se presenta, considera una variable de entrada y siete variables de salida. La tabla 17 muestra las DMUs, las variables de entrada y las variables de salida consideradas. En este caso se definió el modelo considerando que el presupuesto (PRE) es la única variable de insumo, ya que es el recurso asignado por el gobierno del Estado. De esta forma se busca encontrar a la IES que maximice las salidas (7 variables de salida), es decir, que utilice más eficientemente el presupuesto para obtener el máximo de productos (salidas).

Tabla 17. DMUs, variables de entrada y de salida.

j	DMU
1	UAQ
2	UTEQ
3	UTC
4	UTSJR
5	UPQ
6	UPSRJ
7	UNAQ
8	CBENEQ
9	ENSQ
10	UPN

m	Variable entrada
1	PRE

s	Variable salida
1	MAT
2	EGR
3	ING
4	PECaI
5	PRO
6	ADM
7	PE

Fuente: elaboración propia

Este modelo considera que para cada DMU utiliza una variable de insumo y produce siete productos o servicios diferentes. Específicamente la DMU j consume la cantidad x_{ij} del insumo i y produce la cantidad y_{rj} de salida r . Se supone tanto las x , como las y , son mayores o iguales a cero. Además, se asume que al menos se tiene una entrada positiva y una salida positiva.

Este modelo busca encontrar la entidad más eficiente considerando las siete variables de salida (MAT, EGR, ING, PECal, PRO, ADM y PE) que se obtienen con la única variable de entrada (PRE: presupuesto). Es decir, se buscan a la IES que con mayor eficiencia usa la variable de insumo (PRE) para maximizar las variables de resultados.

Considerando los datos recabados, para la matriz (vector) de insumos (entradas) se consideró la variable PRE como x_1 , por lo tanto, la matriz (vector) de insumos X se muestra en la ecuación [14].

$$X = [x_{1,1} \ x_{1,2} \ x_{1,3} \ \dots \ x_{1,9} \ x_{1,10}] = [827730323 \ 2065731 \ 14945390 \ \dots \ 5128830 \ 8263822] \quad [14]$$

Para la matriz de resultados (salidas) se consideraron la variable MAT como y_1 y la variable EGR como y_2 , la variable ING como y_3 , la variable PECal como y_4 , la variable PRO como y_5 , la variable ADM como y_6 y la variable PE como y_7 , por lo tanto, la matriz de resultados Y se muestra en la ecuación [15].

$$Y = \begin{bmatrix} y_{1,1} & \dots & y_{1,10} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{7,1} & \dots & y_{7,10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 33642 & 6054 & 452 & 3255 & 3961 & 1559 & 1296 & 1871 & 199 & 1422 \\ 6017 & 2906 & 194 & 1791 & 579 & 176 & 309 & 341 & 81 & 193 \\ 8369 & 1600 & 174 & 982 & 1217 & 488 & 329 & 563 & 51 & 511 \\ 74 & 13 & 0 & 21 & 7 & 5 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 3063 & 400 & 34 & 115 & 196 & 115 & 123 & 197 & 27 & 101 \\ 2959 & 183 & 40 & 89 & 231 & 146 & 146 & 129 & 20 & 29 \\ 231 & 35 & 7 & 40 & 13 & 6 & 10 & 40 & 12 & 7 \end{bmatrix} \quad [15]$$

Entonces para observar el modelo en forma de cociente (CCR) como lo explican Charnes, Cooper y Rhodes, el modelo DEA-CCR expuesto en las ecuaciones [6] y [7] se observa en las ecuaciones [16] y [17].

$$\max f(k) = \frac{u y_k}{\sum_{j=1}^7 v_j x_{jk}} \quad j = 1, \dots, 7 \quad [16]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \frac{u y_{ik}}{\sum_{j=1}^7 v_j x_{jk}} &\leq 1 & k = 1, \dots, 10 & [17] \\ u &\geq 0 \\ v_j &\geq 0 \end{aligned}$$

$$u \geq 0$$

Donde:

$f(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

u es el vector de costos de las entradas para la IES,

v_i es el vector de costos (resultados) de las salidas para la IES,

x_k es el vector de la variable de entrada para la IES k ,

y_{jk} es el vector de 7 salidas para la IES k

Por otro lado, el modelo DEA BCC se observa a través de las ecuaciones [8] y [9], considerando las variables de insumo (entrada) y resultados (salida) el modelo se observa como las ecuaciones [18] y [19].

$$\max z(k) = \frac{\sum_{i=1}^3 u_i y_{i0} - u_0}{\sum_{i=1}^5 v_i x_{i0}} \quad j = 1, \dots, 7 \quad [18]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^3 u_i y_{i0} - u_0}{\sum_{i=1}^5 v_i x_{i0}} &\leq 1 & k = 1, \dots, 10 \\ v_j &\geq 0 \\ u_j &\geq 0 & v_0 \in \mathbb{R} \end{aligned} \quad [19]$$

Donde:

$f(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

u es el vector de costos de las entradas para la IES,

v_j es el vector de costos (resultados) de las salidas para la IES,

x_{jk} es el vector de entradas para la IES k ,

y_{ik} es el vector de 7 salidas para la IES k

4.2.2 Interpretación

Lo primero que se debe recordar es que el modelo DEA esta basado en la idea de medir cambios radiales en resultados causados por todos los insumos (entradas). Es decir, describe la relación entre los cambios en la escala de producción y salidas. La eficiencia se puede definir como el cociente de las salidas sobre las entradas, cuanto más alto el valor de los resultados por unidad de insumo, refleja relativamente mayor eficiencia.

Si se logra la mayor producción posible por unidad de insumo, se ha logrado un estado de eficiencia absoluta u óptima y no es posible volverse más eficiente sin nueva tecnología u otros cambios en el proceso de producción. Sin embargo, no se puede determinar el rendimiento

eficiente absoluto de una DMU solamente al evaluar 1 entrada y 1 salida, ya que hay otros factores que intervienen en esta relación.

Es por ello que se define la eficiencia técnica, la cual se puede observar desde dos perspectivas: la primera orientada a los insumos, la cual se enfoca a la posibilidad de reducir los insumos generando niveles ya dados de producción; en segundo lugar, la eficiencia orientada a la salida, la cual considera el posible aumento de valores de salida para un conjunto dado de valores de entrada.

Por otra parte, al considerar la relación de recurso financiero y variables académicas, se habla de eficiencia del uso del recurso para la obtención de resultados académicos específicos. En este caso se consideraron las variables académicas de número de profesores, número de administrativos, matrícula, alumnos de nuevo ingreso, alumnos egresados, programas educativos y programas educativos de calidad. Por una parte, se busca que las variables de resultados (salida) se maximicen en las IES, ya que conlleva a un mejor desempeño, por ejemplo, cuanto mayor número de profesores, mejor el servicio. Cuanto mayor número de personal administrativo, mejor el servicio. Aunado a ello, cuanto mayor número de estudiantes, significa que mayor demanda (derivado de mejor calidad de la IES), cuanto mayor número de programas educativos de calidad, mejor el desempeño de la institución.

Para entender la salida del programa lineal consideremos el caso de una entrada y varias salidas. Como el DEA evalúa la eficiencia con respecto a los cocientes de dos distancias (la distancia del origen a la DMU evaluada y la distancia del origen a la DMU más eficiente), la del numerador siempre más pequeña que la del denominador, ya que es más eficiente, entonces se tendrá un valor entre 0 y 1. Sin embargo, la interpretación de este valor puede ser confusa, ya que se maneja más fácil el valor recíproco, es decir, el resultado significaría que para que la DMU no eficiente pueda ser eficiente, tendrá que aumentar sus salidas en n cantidades.

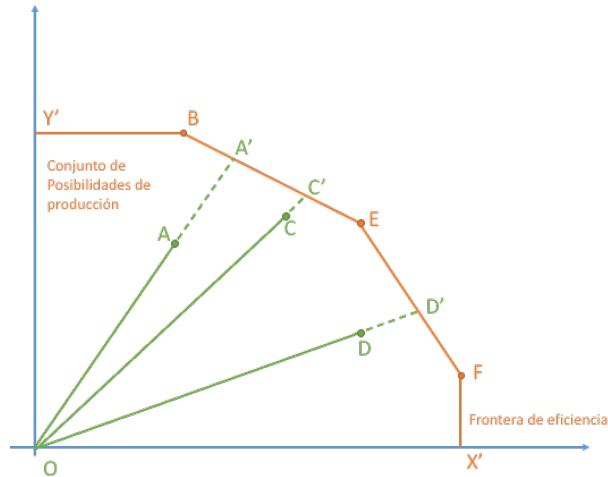
Modificando la figura 9 del apartado 3.2.2 se ejemplificará el caso de la tabla 18. El caso específico de una entrada y dos salidas se retoma para explicar el concepto de eficiencia.

Tabla 18. Ejemplo de 1 entrada y 2 salidas.

	DMU	A	B	C	D	E	F
Entrada	x	1	1	1	1	1	1
Salida 1	y_1	1	2	3	4	5	6
Salida 2	y_2	5	7	4	3	5	2

Con estos valores se desarrolla la figura 12, donde se observa que el conjunto de posibilidades de producción es la región delimitada por los ejes y la línea de frontera, es decir, la frontera de eficiencia (polígono que contiene los puntos B, E y F). Los valores A, C y D son ineficientes y su eficiencia puede evaluarse con referencia a las líneas fronterizas.

Figura 12. Diagrama del problema de 1 entrada y 2 salidas (tabla 18).



Fuente: Elaboración propia.

Entonces la eficiencia de D se obtiene del cociente de las distancias del origen a D y del origen a D', es decir,

$$\frac{d(O, D)}{d(O, D')} = \frac{\sqrt{4^2 + 3^2}}{\sqrt{(16/3)^2 + 4^2}} = \frac{5}{20/3} = 0.75 \quad [20]$$

Como se dijo anteriormente, es difícil interpretar este número en cuestión de producción, pero su recíproco

$$\frac{d(O, D')}{d(O, D)} = \frac{\sqrt{(16/3)^2 + 4^2}}{\sqrt{4^2 + 3^2}} = \frac{20/3}{5} = 1.33 \quad [21]$$

Quiere decir que, para ser eficiente D, tiene que aumentar sus dos salidas 4/3. Es decir, la razón por la que se debe multiplicar sus valores para igualar el resultado de D', es decir,

$$\frac{4}{3}(4, 3) = \left(\frac{16}{3}, 4\right)$$

De esta forma, se entiende que el valor 0.75 se refiere a la proporción de la salida que D' muestra que es posible lograr. Considerando que esto se refiere a la proporción de ineficiencia presente en ambas salidas por D.

En el caso de la figura 12, las DMUs eficientes son B, E y F, por lo tanto, la línea definida por los puntos Y'BEFX' es la frontera de eficiencia. En cambio, los DMUs ineficientes son A, C y D, que se encuentran por debajo de la frontera de eficiencia. Los puntos A', C' y D' son los valores que las DMUs correspondientes alcanzarían en caso de aprovechar los insumos como las DMUs eficientes.

Es por ello que, a través de DEA se pueden comparar varias relaciones de resultados a insumos de las DMUs y determinar que unidad es más eficiente que otra. Lo que nos lleva a observar la diferencia en las eficiencias, las cuales se referirán a los factores considerados y con ello se podrá gestionar el proceso y/o la escala o el tamaño de la unidad.

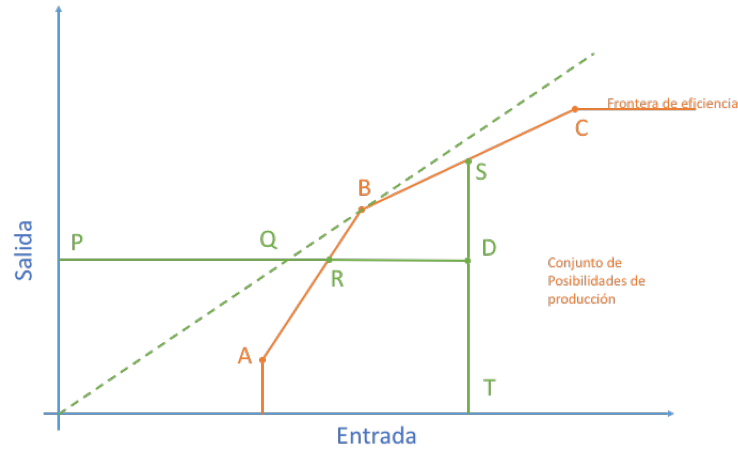
DEA permite diferenciar entre: eficiencia técnica, eficiencia de escala y eficiencia de precios, para mejorar la rentabilidad de las DMUs. La eficiencia técnica o radial es óptima cuando el valor del cociente es igual a 1 y todas los faltantes (slacks) son cero.

Importante considerar, que cuando se involucran más de una entrada o salida, las ineficiencias también pueden deberse a la combinación de productos, lo que se conoce como eficiencia de asignación.

Por otro lado, para el modelo BCC se consideran cocientes variables. En la figura 13 se puede observar los diferentes cocientes, como son:

- a) Rendimientos cocientes a escala que ocurren en el primer segmento de línea sólida (PR/PD)
- b) Rendimientos decrecientes a escala en el segundo segmento (PQ/PD)
- c) Rendimientos constantes a escala que ocurren en el punto donde la transición se hace desde el primer segmento al segundo segmento (ST/DT).

Figura 13. Diagrama para modelo BCC.



Fuente: Elaboración propia.

Entonces, la eficiencia técnica se obtiene cuando se obtiene una solución óptima porque cumple con el valor del cociente es igual a 1 ($\theta_B^* = 1$) y todos los valores de faltantes (slacks) son cero.

5. RESULTADOS

La primera parte se presenta información histórica para observar el panorama educativo público estatal en el nivel superior. A través de estadísticas básicas (tendencia central y dispersión) y gráficas que muestran las tendencias de la educación con respecto a variables como matrícula, egreso, nuevo ingreso y presupuesto. Atendiendo el primer y segundo objetivo específico se observan a las IES a través del tiempo.

Posteriormente se muestra un análisis descriptivo de las IES a través del uso de los indicadores definidos en la tabla 17, esto con el fin de observar el desempeño de las IES de manera individual y poder realizar una comparación entre las IES. En este apartado se observa la eficiencia o ineficiencia de las IES en aspectos como el porcentaje de egreso, costo por alumno, relación alumnos-profesor, porcentaje de alumnos de nuevo ingreso y porcentaje de programas educativos de calidad.

Después se presentan los resultados de resolver el modelo matemático definido en las ecuaciones [8], [9], [12] y [13], en este observamos la evaluación de las IES de forma global, utilizando el modelo de rendimientos constantes a escala (DEA-CCR) y rendimientos variables a escala (DEA BCC). Con los resultados del modelo se analiza el desempeño de las IES, así como algunas comparaciones que se generan entre las IES.

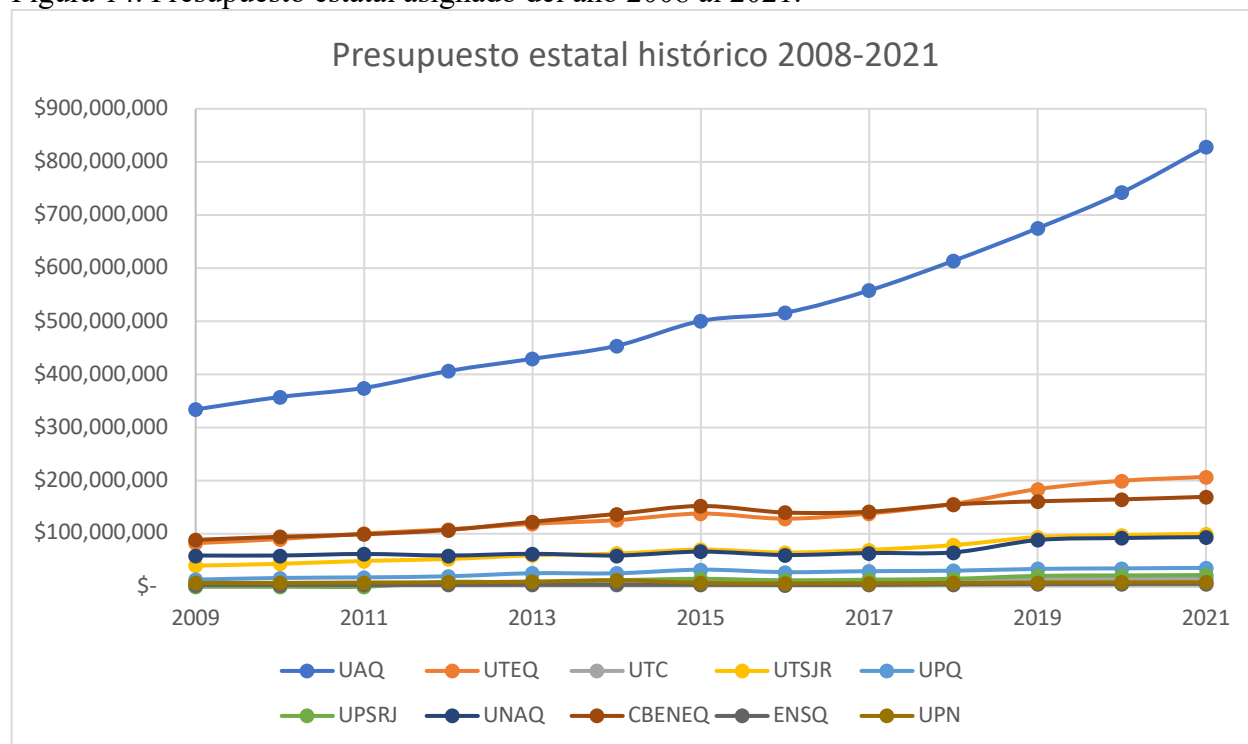
Finalmente se presentan algunos escenarios de las IES considerando el aumento del presupuesto según su desempeño. En estos escenarios se observa la tendencia de las IES al recibir incremento en el presupuesto o en su caso no recibir incremento.

5.1 Análisis descriptivo

Primero se presenta información histórica de las diez IES, como es el presupuesto estatal, matrícula, alumnos de nuevo ingreso, egresados y profesores. Donde se observa la tendencia de las variables a través de los años. Después se presenta la información de los indicadores definidos en la tabla 17, mostrando estadística básica y gráficas, donde se puede realizar un análisis comparativo entre las instituciones.

La figura 14 muestra el crecimiento sobre el presupuesto estatal de las diez IES del año 2009 al 2021 (año fiscal). Se observa una tendencia positiva, donde resalta la UAQ con respecto a las otras IES. También se observa que en el año 2016 hubo una reducción del presupuesto para todas las IES excepto la UAQ. Los datos completos se encuentran en el Anexo 3.

Figura 14. Presupuesto estatal asignado del año 2008 al 2021.



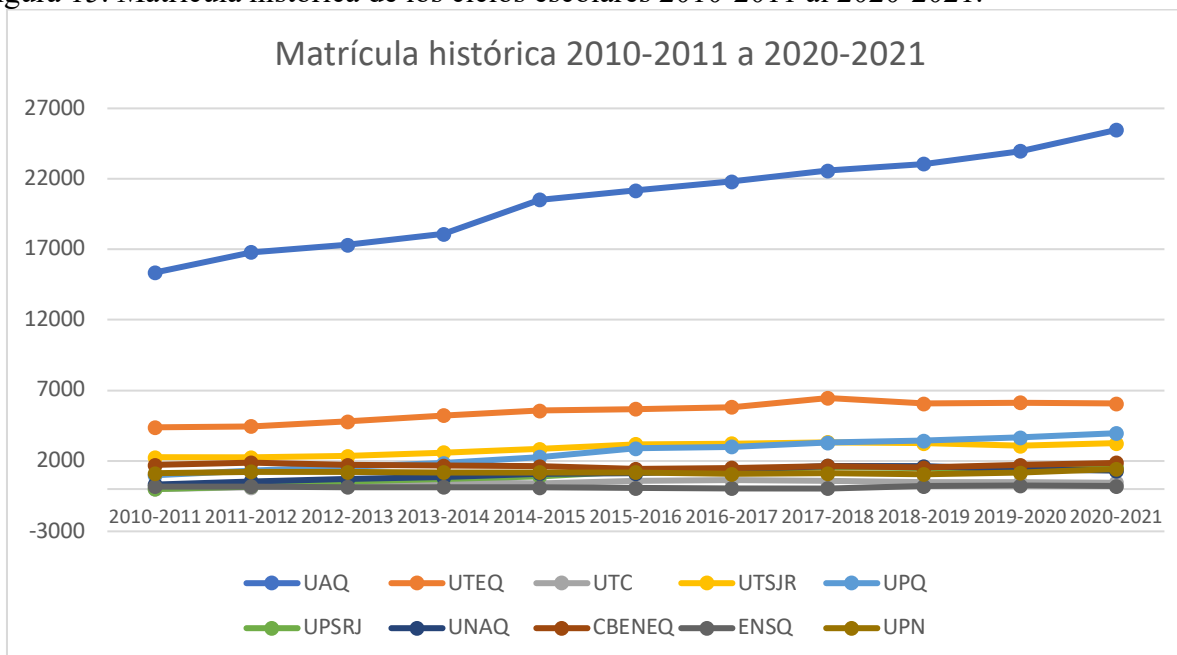
Fuente: elaboración propia con datos del formato 911 (USEBEQ)

En primera instancia se puede observar el aumento en la asignación del presupuesto que ha existido. Sin embargo, en el año 2016, se observa una reducción en los presupuestos de la mayoría de las IES, lo cual muestra que no se cumplió la ley (artículo 21 de la Ley General de Educación Superior). En cuanto al análisis, los valores absolutos correspondientes a la Universidad Autónoma de Querétaro complicaron la información ya que, a comparación de las demás IES, atiende una matrícula en extremo grande, por lo que recibe un presupuesto considerable y cuenta con una plantilla grande de personal académico y administrativo.

La figura 14 se encuentra ligada con la figura 15, la cual muestra la matrícula total de las diez IES, desde el ciclo escolar 2010-2011 al 2020-2021. En ésta se observa nuevamente por encima a la UAQ, la cual atiende matrículas en extremo grandes a comparación de las demás IES. Además, se observa un aumento constante de la matrícula por parte de la UAQ, lo cual no se observa en otras IES como es la UTEQ, que en el ciclo 2018-2019 disminuyó a 6,064, de 6,456 que atendía en el ciclo inmediato anterior. En el caso de la UTSJR también se observa una

disminución de la matrícula tanto en el ciclo 2018-2019 como en 2019-2020. Los datos completos se encuentran en el Anexo 4.

Figura 15. Matrícula histórica de los ciclos escolares 2010-2011 al 2020-2021.

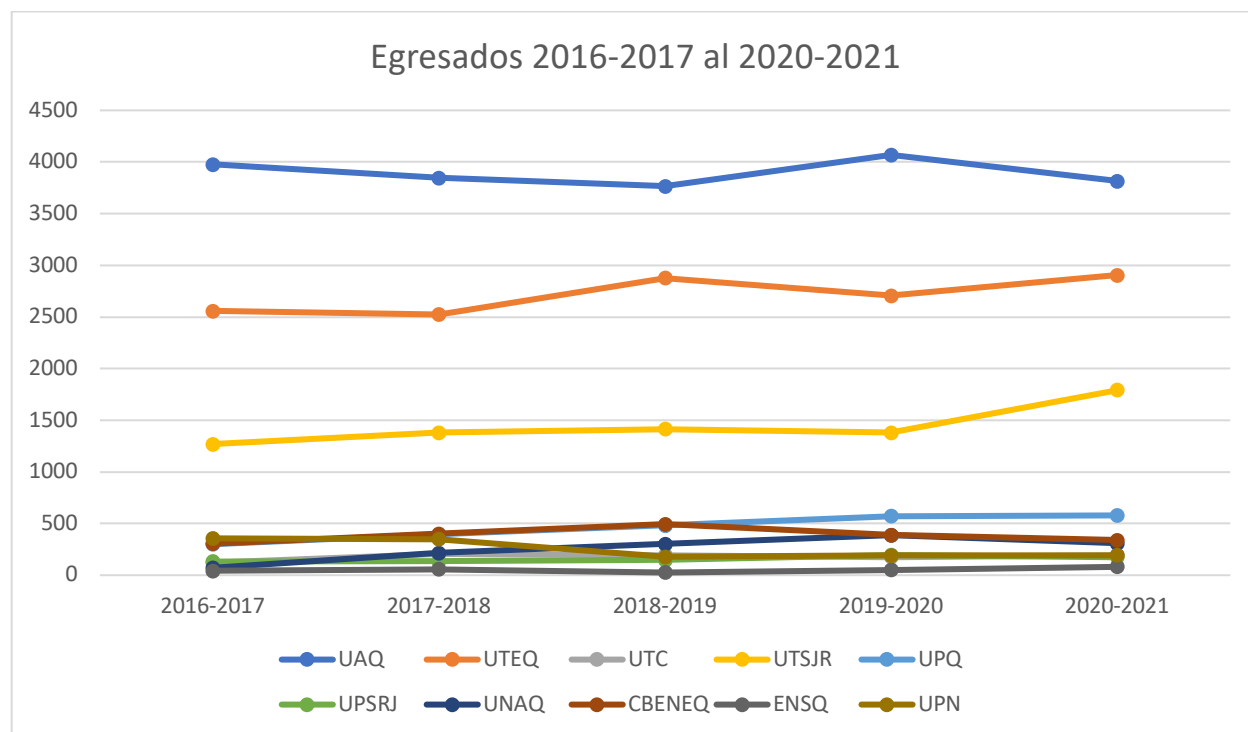


Fuente: elaboración propia con datos del formato 911 (USEBEQ)

La figura 16 muestra el número de egresados de las diez IES del ciclo escolar 2016-2017 al 2020-2021. Aunque nuevamente se observa que la UAQ tiene mayor número de egresados que las otras IES, la diferencia ya no es tan grande como las dos gráficas anteriores (figura 14 y 15). Esto puede deberse a que las seis IES que pertenecen al subsistema de Tecnológicas y Politécnicas contemplan dentro de su carga curricular asignaturas que obligan a los alumnos a prepararse para el egreso, es decir, aprobando las asignaturas que se encuentran dentro del plan de estudio, los alumnos cuentan con todos los requisitos para egresar. Además, estas instituciones cuentan con un periodo de formación más pequeño, derivado de que sus programas de licenciatura se deben cursar después de cursar los niveles de técnico superior universitario o profesional asociado (según corresponda a las Tecnológicas y a las Politécnicas), por lo que el tiempo de estancia en la institución y que se reporta es más corto que un programa completo de licenciatura (como sucede en la UAQ, UPN, CBENEQ y ENSQ).

Por otro lado, se observa un decremento de egresados del ciclo escolar 2019-2020 al 2021 por parte de la UAQ, la UTEQ, la UTSJR y CBENEQ tuvieron el mismo comportamiento, pero del ciclo 2018-2019 al 2019-2020. Los datos completos se encuentran en el Anexo 5.

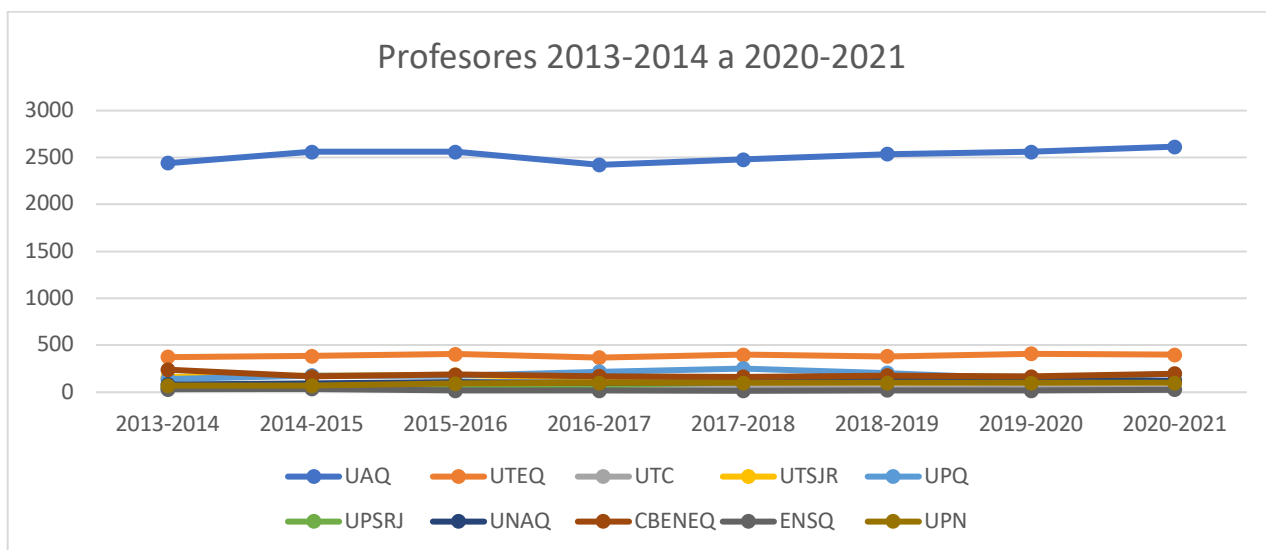
Figura 16. Número de egresados del ciclo escolar 2016-2017 al 2020-2021.



Fuente: elaboración propia con datos del formato 911 (USEBEQ)

La figura 17 muestra el número de profesores que reportan las IES. Nuevamente la UAQ sobresale en este aspecto contando con más de 2,500 profesores en la institución (2,616 para el ciclo 2020-2021), mientras que las demás IES no llegan a 500 profesores, de hecho, después de la UAQ se encuentra la UTEQ con 400 profesores para el ciclo 2020-2021, mientras que todas las demás tienen una plantilla de menos de 200 profesores. Los datos completos se encuentran en el Anexo 6.

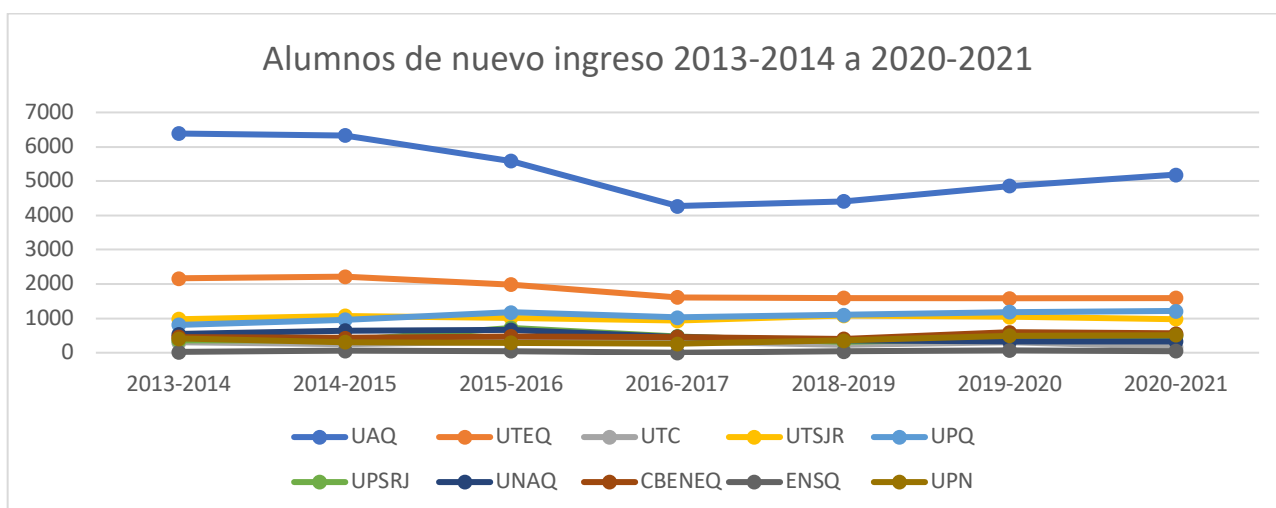
Figura 17. Profesores que laboran en las IES del ciclo escolar 2013-2014 al 2020-2021.



Fuente: elaboración propia con datos del formato 911 (USEBEQ)

La figura 18 muestra los alumnos de nuevo ingreso que las instituciones han atendido del ciclo escolar 2013-2014 al 2020-2021. Sin embargo, es importante aclarar que la información recabada considera información diferente, ya que del ciclo escolar 2013-2014 al 2015-2016 los datos reflejan los alumnos que se encuentran inscritos en primer año, y a partir del ciclo escolar 2016-2017 solamente se contabilizaron los alumnos de nuevo ingreso, y no los que vuelven a cursar el primer periodo. Es por ello que se observa una disminución en el ciclo escolar 2016-2017 en la UAQ, UTEQ, UTSJR, UPQ, UPSRJ, UNAQ y UPN.

Figura 18. Alumnos de nuevo ingreso del ciclo escolar 2013-2014 al 2020-2021.



Fuente: elaboración propia con datos del formato 911 (USEBEQ)

Tomando el último ciclo escolar observado 2020-2021 se obtuvo la información estadística básica, como es la media, mediana, desviación estándar, rango, valor mínimo y valor máximo para observar la distribución de la información. La tabla 19 muestra en resumen las estadísticas de tendencia central y de dispersión. Los datos completos se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 19. Estadística básica de información del ciclo escolar 2020-2021.

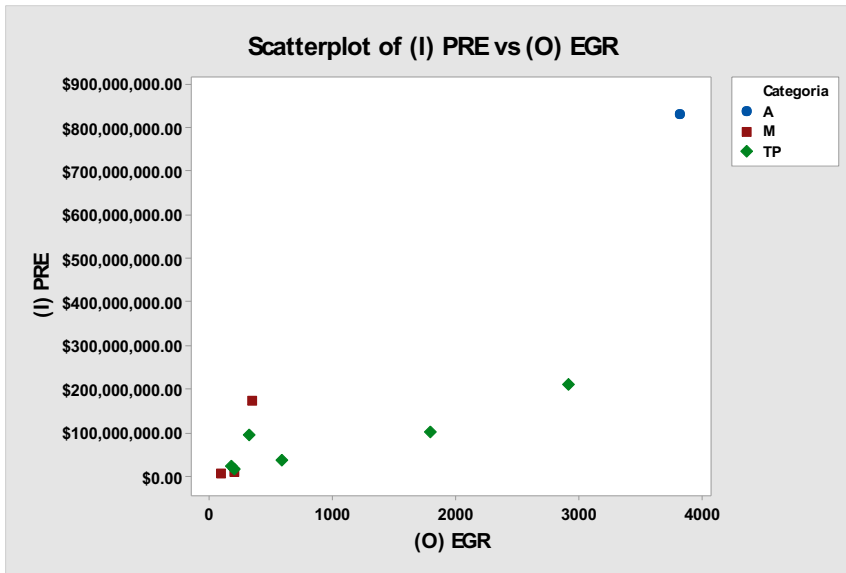
Variable	Media	Mediana	Des. Est.	Rango	Min	Max
PRE	148,115,105	64,202,792	248,911,729	822,601,493	5,128,830	827,730,323
PRO	392	119	788	2,589	27	2,616
ADM	388	138	873	2,844	20	2,864
MAT	4,554	1,715	7,558	25,271	199	25,470
EGR	1,039	325	1,337	3,734	81	3,815
ING	1,110	537	1,510	5,134	51	5,185
PE	40.1	12.5	68.5	225	6	231
PECal	19	4	43.4	141	0	141

Fuente: elaboración propia con Minitab.

La tabla 19 muestra la dispersión de los datos, de hecho, si se observa la columna de Max (máximos), todos los valores son de la UAQ, por lo que la media se encuentra sesgada hacia el valor más alto (UAQ). En comparación se observa la mediana, con valores más pequeños, los cuales ya no se encuentran influenciados por la información de la UAQ. Si se observa en conjunto la columna de Des. Est. (Desviación estándar) y de rango, se muestra una dispersión grande en los datos, sobretodo en la variable de PRE (presupuesto). Es por ello que es difícil comparar a las IES, ya que su desempeño depende del tamaño de la institución. Entonces para observar la eficiencia se debe considerar el número de profesores, administrativos y el recurso que recibe del estado, con respecto al número de matrícula que atiende, número de programas que oferta y otros factores.

La figura 19 muestra la matriz de dispersión de las variables presupuesto y egreso considerando categorías. En este caso se tomaron tres categorías, las universidades autónomas (A) que corresponde a la UAQ, las del magisterio (M) en las que se encuentra la CBENEQ, ENSQ y UPN y las del subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (TP), correspondientes a las otras seis IES. En esta gráfica se observa nuevamente el caso de la UAQ como el punto de color azul, y se observa a las IES dedicadas a crear docentes como los tres cuadros rojos y los rombos verdes como las tecnológicas y politécnicas. Se sigue confirmando la dispersión de los datos.

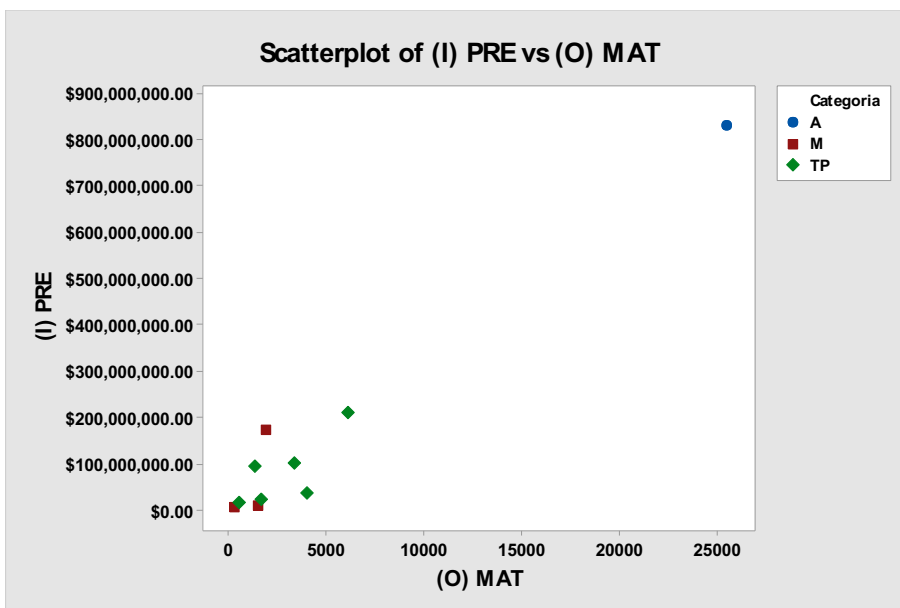
Figura 19. Gráfica de dispersión para Presupuesto vs Egreso.



Fuente: elaboración propia con Minitab.

También la figura 20 muestra la gráfica de dispersión entre presupuesto y matrícula. En el Anexo 8 se pueden observar todas las gráficas de dispersión entre las variables de entrada y las variables de salida. Donde efectivamente se observa la diferencia entre la UAQ y las demás IES.

Figura 20. Gráfica de dispersión para Presupuesto vs Matrícula.



Fuente: elaboración propia con Minitab.

Por lo anterior, se utilizan los indicadores que se definieron en la tabla 16. En el Anexo 9 se muestran los indicadores calculados. De esta forma, es posible comparar a las instituciones entre ellas. La tabla 20 muestra las medidas de tendencia central y de dispersión como son la media, mediana y desviación estándar para estos indicadores.

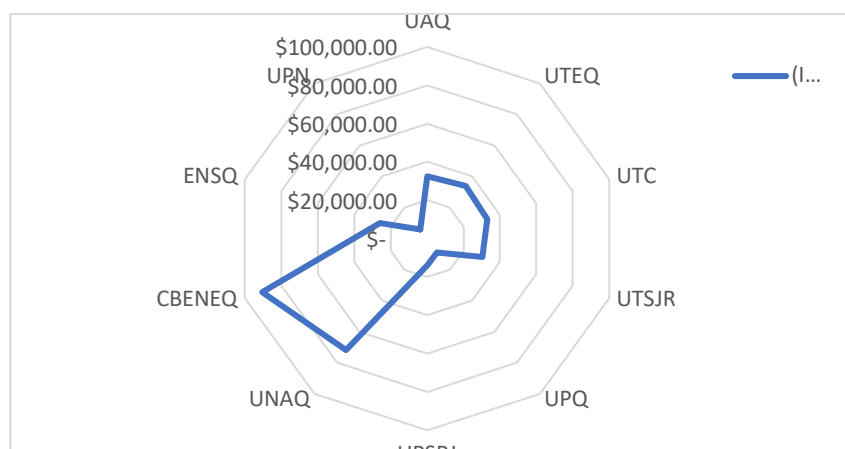
Tabla 20. Estadística básica de indicadores del ciclo escolar 2020-2021.

Variable	Media	Mediana	Des. Est.	Rango	Min	Max
CpA	34,684	31,513	26,924	84583	5811	90,395
ReFin	0.8624	0.8703	0.0501	0.1866	0.7308	0.9174
ReAdm	0.882	0.934	0.346	0.982	0.287	1.270
A/P	14.17	13.43	6.14	20.93	7.37	28.30
(O) PEgr	0.2832	0.2103	0.1654	0.4373	0.1129	0.5502
(O) PIng	0.2945	0.3013	0.0530	0.1814	0.2036	0.3850
(O) CalAca	0.3179	0.3357	0.3074	0.8333	0.0000	0.8333

Fuente: elaboración propia con Minitab.

Para el indicador CpA (Costo por alumno) se observa una diferencia significativa entre una de las IES con un valor de \$5,811.00 por alumno, la cual corresponde a la UPN; mientras que la CBENEQ tiene un costo de \$90,395.00 por alumno. Al considerar este como un cociente (entre una variable de insumo y una de resultado), se puede observar como un costo de producción, y podemos afirmar que la CBENEQ tiene un costo mayor y por ende es menos eficiente que la UPN. En la figura 21 se observan estas diferencias entre las IES.

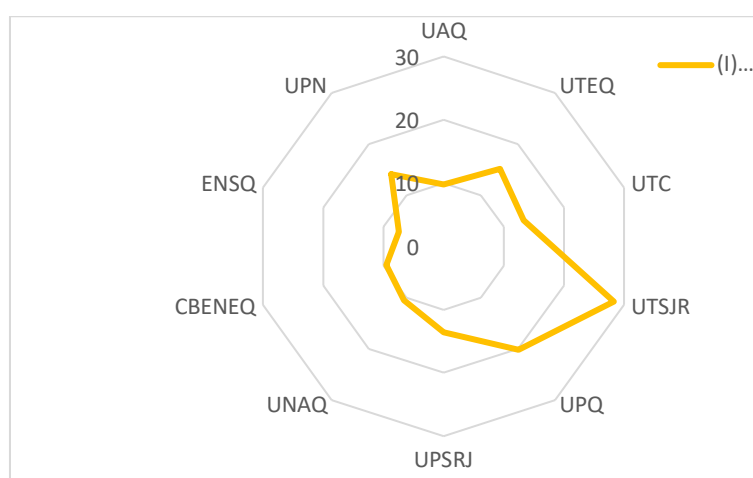
Figura 21. Gráfica radial del indicador Costo por alumno.



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, se observa el cociente de Alumno/Profesor, donde lo que se busca es disminuir este valor, para asegurar un mejor servicio a los estudiantes; en este caso, la ENSQ cuenta con el valor más pequeño, y por lo tanto se puede considerar más eficiente; en cambio la UTSJR es la más ineficiente. En la figura 22 se observan como las dos IES que atienden un mayor número de alumnos por profesor son la UPQ y la UTSJR, evidenciando una posible falta de atención en el servicio que da el docente al estudiante.

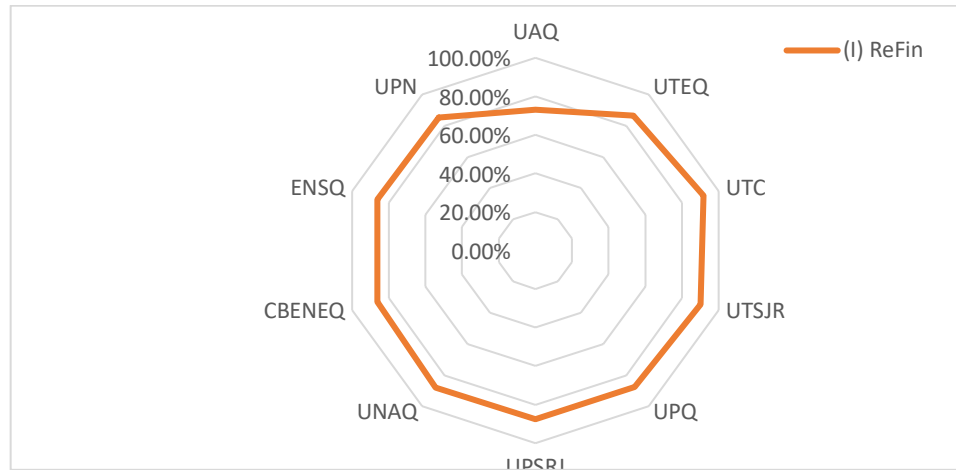
Figura 22. Gráfica radial del indicador Alumno por profesor.



Fuente: elaboración propia.

En cuanto al indicador ReFin (Recurso Financiero) se observa una desviación estándar de 0.05, lo cual indica que la mayoría de las IES tiene valores muy parecidos, de hecho, observamos un rango de 0.1866, lo cual en proporción se puede hablar de que el gasto administrativo varía solamente en un 18.66%, de hecho, la IES más eficiente es la UAQ, y la más ineficiente es la UTC que ocupa el 91.74% de su gasto en gasto de funcionamiento. En la figura 23 se observa como la única IES que está por debajo del 80% es la UAQ.

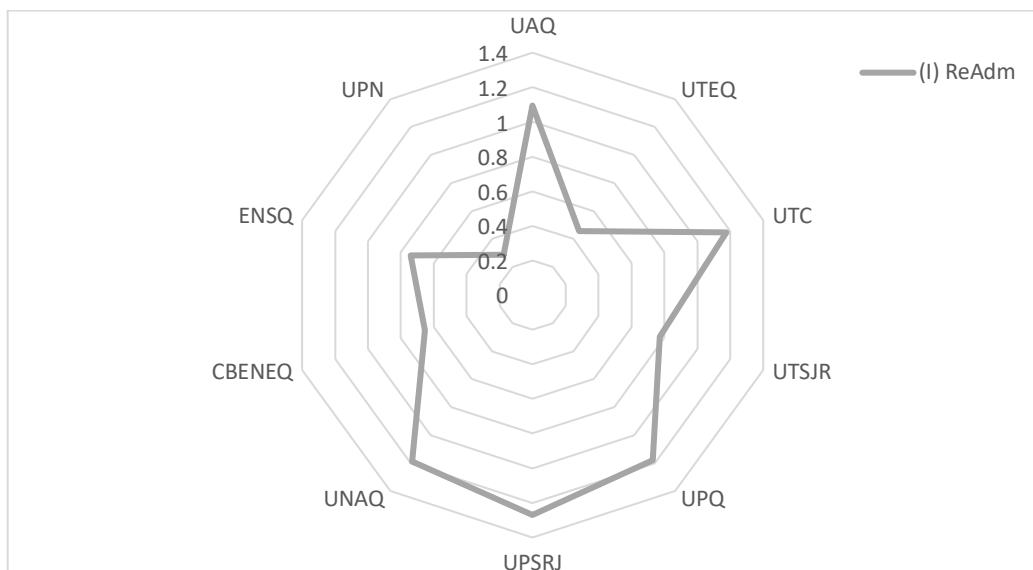
Figura 23. Gráfica radial del indicador Recurso Financiero.



Fuente: elaboración propia.

Por último, se observa el indicador de ReAdm (recurso administrativo) en la figura 24, donde los valores más altos son de la UPSRJ, UPQ y UTC. Lo cual sugiere que el número del personal de las áreas administrativas es un poco mayor que el número de personal docente. Lo cual sugiere ineficiencia en el uso del recurso, ya que la prioridad es el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 24. Gráfica radial del indicador Recurso administrativo.



Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, las eficiencias que se observaron son solamente de factores particulares, y no se puede observar una eficiencia de manera global en las IES. Es por ello que se buscó un modelo que considere evaluar tanto los gastos, como los resultados que ofrece cada IES. Para ello se buscó a través del modelo DEA el punto de referencia, es decir, evaluar a las IES con mejor desempeño para buscar la mejora a través de este resultado.

5.2 Análisis de los modelos DEA

En este apartado se presentan los resultados de las estimaciones utilizando tanto la metodología de DEA CCR (Rendimientos Constantes a Escala), propuesta por Charnes, Cooper y Rhodes (1978); así como la metodología de DEA BCC, de Banker-Charnes-Cooper, la cual como se verá más adelante es más adecuada para el total de IES que se consideran evaluar (10 IES), ya que pertenecen a distintos subsistemas y sus características son muy heterogéneas para el uso del DEA CCR.

5.2.1 Modelo considerando DEA CCR (Rendimientos Constantes a Escala)

Considerando el modelo expuesto en las ecuaciones [18] y [19] se aplica el método DEA-CCR. Recordemos que este modelo solamente considera una variable de entrada (insumo) y siete variables de salida (resultados). En la tabla 21 se observan los resultados del modelo considerando solamente el presupuesto como variable de entrada.

Tabla 21. Salida modelo DEA CCR: 1 entrada y 7 salidas.

No. DMU	Nombre DMU	Eficiencia
1	UAQ	0.58373
2	UTEQ	0.67031
3	UTC	0.61285
4	UTSJR	1
5	UPQ	1
6	UPSRJ	1
7	UNAQ	0.24187
8	CBENEQ	0.16670
9	ENSQ	1
10	UPN	1

Fuente: elaboración propia con software DEA Solver.

Este resultado quiere decir que la UTSJR, la UPQ, la UPSRJ, la ENSQ y la UPN son las DMUs más eficientes, ya que tienen un valor de 1, en cambio las demás DMUs deberán reducir su entrada (insumo que es el presupuesto) o aumentar su producción (salidas). Las DMUs más ineficientes son la CBENEQ y UNAQ, con 0.166 y 0.24 de eficiencia técnica respectivamente. Por ejemplo, la CBENEQ cuenta con una eficiencia técnica de 0.166 por lo que la variable de entrada (presupuesto) se encuentra excedida, ya que no llega a los niveles de eficiencia de las DMUs que se encuentran en la frontera de eficiencia. Es decir, la CBENEQ no hace uso eficiente del presupuesto (variable de entrada) para obtener las salidas que las demás DMUs generan. También se puede decir que es 0.834 ineficiente.

Igualmente se puede observar a través del cociente

$$\frac{1}{0.166} = 6.02$$

lo que quiere decir que se pueden expandir las salidas en 6.02 veces de lo que ahorita se produce, considerando la eficiencia de las DMUs que se encuentran en la frontera de eficiencia.

Considerando la tabla 22 de “faltantes” (*slack*) se puede observar en que variables de salida (productos) las DMUs carecen de las expectativas considerando las disminuciones de los insumos como el modelo sugiere. Es decir, para que las DMUs lleguen a la frontera de eficiencia (marcada por las IES eficientes), la UAQ se le deberá disminuir en 42% (en la tabla 21 se observa la eficiencia del 0.5837 por lo que solamente se hace uso del 58.37% del presupuesto para obtener los resultados que presenta) el presupuesto, e incrementar las variables de Matrícula, Egreso, Ingreso y Programas Educativos de Calidad, ya que tienen como “faltante” (exceso) los valores que la tabla 22 muestra. Así pasa con los demás DMUs: la UTEQ tendría un faltante en la Matrícula, Ingreso, Profesores, Personal Administrativo y Programas Educativos; la UTC no tiene eficiencia en las variables de Matrícula, alumnos de nuevo Ingreso y Profesores de Calidad; la UNAQ tiene faltante en Matrícula, alumnos de nuevo Ingreso y en Programas educativos de Calidad; y la CBENEQ deberá aumentar las variables de Matrícula, Egreso, alumnos de nuevo ingreso y en Programas Educativos de Calidad.

Tabla 22. Sobrante (slack) del modelo con DEA CCR.

	MAT	EGR	ING	PECal	PRO	ADM	PE
UAQ	23,112.70	2,307.61	9,554.21	8.07	0	0	0
UTEQ	9,203.17	0	3,766.52	0	611.73	142.15	54.94
UTC	931.64	0	307.11	0.50	58.89	0	0
UTSJR	0	0	0	0	0	0	0
UPQ	0	0	0	0	0	0	0
UPSRJ	0	0	0	0	0	0	0
UNAQ	855.06	0	332.58	1.47	0.21	0	0
CBENEQ	706.92	159.62	262.01	1.61	0	0	0
ENSQ	0	0	0	0	0	0	0
UPN	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Considerando estos resultados de eficiencia y los valores faltantes (*slack*), se sugiere ajustar las variables de entrada para las IES que no se encuentran en la frontera de eficiencia a través de minimizar el recurso, y las DMUs eficientes, mantenerlo. Además, a través de buscar la eficiencia alcanzando las metas que son los objetivos de las variables de salida. Para ello, la tabla 23 muestra los valores que se deben cumplir, para que las DMUs alcancen la frontera de eficiencia. Los valores de color azul son los que se encuentran ineficientes con los datos utilizados, por lo que se sugiere incrementarlos al valor de la tabla.

Tabla 23. Objetivos de las variables de salida para que las DMUs alcancen la eficiencia.

	MAT	EGR	ING	PECal	PRO	ADM	PE
UAQ	56,754.703	8,324.61	17,923.21	82.07	3063	2959	231
UTEQ	15,257.17	2,906	5,366.52	13	1,011.73	325.15	89.94
UTC	1,383.64	194	481.11	0.504	92.89	40	7
UTSJR	3255	1791	982	21	115	89	40
UPQ	3961	579	1217	7	196	231	13
UPSRJ	1559	176	488	5	115	146	6
UNAQ	2,151.06	309	661.58	4.47	123.21	146	10
CBENEQ	2,577.92	500.62	825.01	1.61	197	129	40
ENSQ	199	81	51	0	27	20	12
UPN	1,422	193	511	0	101	29	7

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

La tabla 23, quiere decir que para la UAQ se sugiere aumentar en 23,112 la variable de matrícula hasta llegar al objetivo de 56,754; incrementar el egreso en 2,307, para llegar al objetivo de 8,324; además debería aumentar el número de alumnos de nuevo ingreso 9,554 para llegar a 17,923; y los programas educativos de calidad deberán aumentar a 82. Para la UTEQ el objetivo es aumentar en 9,203 unidades la matrícula, hasta llegar a 15,257; aumentar los alumnos de nuevo ingreso para llegar al objetivo de 5,366; además de elevar el número de profesores hasta llegar a 1,011; además de administradores para llegar al objetivo de 325; aunado a 89 los programas educativos. Para la UTC deberá aumentar en 931 alumnos su matrícula para llegar a un objetivo de 1,383; además de aumentar los alumnos de nuevo ingreso en 307 unidades para llegar a 481; además de aumentar a 92 el número de profesores. En este mismo sentido, se sugiere que la UNAQ debe aumentar el número de egresados por 855 alumnos para llegar al objetivo de 2,151; además de incrementar los alumnos de nuevo ingreso en 332 para llegar al objetivo de 661; así como aumentar el número de programas educativos de calidad para llegar al objetivo de 4. Por último, la CBENEQ deberá aumentar su matrícula en 706 alumnos para alcanzar el objetivo de 2,577; además incrementar el número de egresados a 159 unidades para alcanzar la meta de 500; también incrementar la matrícula de nuevo ingreso en 262 unidades para alcanzar el objetivo de 825; y buscar el reconocimiento de uno de sus programas educativos en calidad. Por otro lado, la UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN no necesitan aumentar sus números, considerando su eficiencia.

Tabla 24. Valores de presupuesto que se les debe asignar a las DMUs para alcanzar la eficiencia.

	PRE
UAQ	483,166,981.81
UTEQ	138,468,013.99
UTC	9,159,219.14
UTSJR	99,366,053
UPQ	35,242,248
UPSRJ	21,609,680
UNAQ	22,533,628.72
CBENEQ	28,194,452.86
ENSQ	5128830
UPN	8263822

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Como se observa en la tabla 24, entonces según el modelo propuesto, las IES ineficientes (UAQ, UTEQ, UTC, UNAQ y CBENEQ) deberán ser castigadas disminuyendo el presupuesto que se les asignó en el periodo inmediato anterior. En cambio, las IES eficientes (UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN) recibirían el mismo presupuesto para que sigan siendo eficientes (no se les castigaría).

Sin embargo, estos resultados dependen de las variables medibles, ya que características que no se observan en la información, como es el quehacer científico (artículos publicados, patentes, entre otros), los servicios que ofrecen a la sociedad (consultas médicas, odontológicas, psicológicas, etc.) no se valoran y por lo tanto, pueden verse castigadas las DMUs. Es decir, al no contemplar en el modelo variables que son relevantes para las IES, el modelo obviamente no las considera y el gasto que hacen las IES en estos rubros no es valorado. Al considerar IES de diferentes subsistemas nos encontramos con estas limitaciones, es por ello que el siguiente modelo sólo fue aplicado a las seis IES pertenecientes al subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas.

En el anexo 10 se observa el modelo utilizando DEA CCR solamente para 6 IES, ya que estas pertenecen a un sólo subsistema. En este se observa que no afecte la escala o dimensión de las instituciones, por lo que la metodología DEA CCR es adecuada para comparar IES con las mismas características.

5.2.2 Modelo considerando DEA BCC (Rendimientos Variables a Escala)

Se desarrolla el modelo utilizando DEA BCC para las 10 IES, y se observa en la tabla 25 los resultados de éste.

Tabla 25. Salida modelo DEA BCC: 1 entrada y 7 salidas.

No. DMU	Nombre DMU	Eficiencia
1	UAQ	1
2	UTEQ	1
3	UTC	0.6239
4	UTSJR	1
5	UPQ	1
6	UPSRJ	1
7	UNAQ	0.24255
8	CBENEQ	0.6051
9	ENSQ	1
10	UPN	1

Fuente: elaboración propia con software DEA Solver.

Este resultado quiere decir que la UAQ, UTEQ, UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN son las DMUs más eficientes, ya que tienen un valor de 1, en cambio las demás DMUs deberán reducir su entrada (insumo que es el presupuesto) o aumentar su producción (salidas). Las DMUs ineficientes son la UTC, UNAQ y CBENEQ con 0.63, 0.24 y 0.605 de eficiencia técnica respectivamente. Por ejemplo, la UTC cuenta con una eficiencia técnica de 0.62 por lo que la variable de entrada (presupuesto) se encuentra excedida, ya que no llega a los niveles de eficiencia de las DMUs que se encuentran en la frontera de eficiencia. Es decir, la UTC no hace uso eficiente del presupuesto (variable de entrada) para obtener las salidas que las demás DMUs generan. También se puede decir que es 0.38 ineficiente.

Igualmente se puede observar a través del cociente

$$\frac{1}{0.6239} = 1.602$$

lo que quiere decir que se pueden expandir las salidas en 1.602 veces de lo que ahorita se produce, considerando la eficiencia de las DMUs que se encuentran en la frontera de eficiencia.

Considerando la tabla 26 de “faltantes” (*slack*) se puede observar en que variables de salida (productos) las DMUs carecen de las expectativas considerando las disminuciones de los insumos como el modelo sugiere. Es decir, para que las DMUs lleguen a la frontera de eficiencia (marcada por las IES eficientes), la UTC se le deberá disminuir en 38% el presupuesto, e incrementar las variables de Matrícula, Ingreso, Programas Educativos de Calidad, Profesores y Programas Educativos, ya que tienen como “faltante” (exceso) los valores que la tabla 26 muestra. Así pasa con los demás DMUs: la UNAQ tendría un faltante en la Matrícula, Ingreso, Programas Educativos de Calidad, Profesores y Programas Educativos; y la CBENEQ deberá aumentar las variables de Matrícula, Egreso, alumnos de nuevo ingreso, Programas Educativos de Calidad y personal administrativo.

Tabla 26. Slack (sobrante) del modelo considerando DEA BCC.

	MAT	EGR	ING	PECal	PRO	ADM	PE
UAQ	0	0	0	0	0	0	0
UTEQ	0	0	0	0	0	0	0
UTC	873.88	0	284.94	0.44	57.44	0	1.43
UTSJR	0	0	0	0	0	0	0

UPQ	0	0	0	0	0	0	0
UPSRJ	0	0	0	0	0	0	0
UNAQ	845.58	0	329.39	1.46	0.49	0	0.33
CBENEQ	1,717.23	1,190.186	455.19	17.84	0	43.802	0
ENSQ	0	0	0	0	0	0	0
UPN	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Considerando estos resultados de eficiencia y los valores faltantes (*slack*), se sugiere ajustar las variables de entrada para las IES que no se encuentran en la frontera de eficiencia a través de minimizar el recurso, y las DMUs eficientes, mantenerlo. Además, a través de buscar la eficiencia alcanzando las metas que son los objetivos de las variables de salida. Para ello, la tabla 27 muestra los valores que se deben cumplir, para que las DMUs alcancen la frontera de eficiencia. Los valores de color azul son los que se encuentran ineficientes con los datos utilizados, por lo que se sugiere incrementarlos al valor de la tabla.

Tabla 27. Objetivos de las variables de salida para que las DMUs alcancen la eficiencia.

	MAT	EGR	ING	PECal	PRO	ADM	PE
UAQ	33,642	6,017	8,369	74	3,063	2,959	231
UTEQ	6,054	2,906	1,600	13	400	183	35
UTC	1,325.88	194	458.94	0.44	91.44	40	8.43
UTSJR	3,255	1791	982	21	115	89	40
UPQ	3,961	579	1217	7	196	231	13
UPSRJ	1,559	176	488	5	115	146	6
UNAQ	2,141.58	309	658.39	4.46	123.49	146	10.33
CBENEQ	3,588.23	1,531.18	1,018.19	17.84	197	172.802	40
ENSQ	199	81	51	0	27	20	12
UPN	1,422	193	511	0	101	29	7

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

La tabla 27, quiere decir que para la UTC se sugiere aumentar en 873 la variable de matrícula hasta llegar al objetivo de 1,325; incrementar el número de alumnos de nuevo ingreso 284 para llegar a 458; y los programas educativos de calidad deberán aumentar a 0.44, es decir, contar con un programa educativo de calidad; también, aumentar en 57 el número de profesores

para llegar a 91 e incrementar un programa educativo para llegar a 8. Por otro lado, se sugiere que la UNAQ debe aumentar el número de matrícula en 845 alumnos, para llegar a una meta de 2,141; además de incrementar los alumnos de nuevo ingreso en 329 para llegar al objetivo de 658; así como aumentar el número de programas educativos de calidad para llegar al objetivo de 4; incrementar los profesores en 0.44, es decir, un profesor más. Por último, la CBENEQ deberá aumentar su matrícula en 1,717 alumnos para alcanzar el objetivo de 2,141; además incrementar el número de egresados a 1,190 unidades para alanzar la meta de 1,531; así como, incrementar la matrícula de nuevo ingreso en 455 unidades para alcanzar el objetivo de 1,018; y buscar el aumento de 43 personas en el área administrativa, para llegar a un valor de 172 personas. Por otro lado, las otras 7 DMUs (IES públicas) no necesitan aumentar sus números, considerando que ya son eficientes en este caso.

Como se observa en la tabla 28, entonces según el modelo propuesto, las IES ineficientes (UTC, UNAQ y CBENEQ) deberán ser castigadas disminuyendo el presupuesto que se les asignó en el periodo inmediato anterior, o en este caso, condicionar el presupuesto al cumplimiento de metas específicas para cada variable considerada. De este modo, las siete DMUs eficientes no deberían ser castigadas presupuestariamente.

Tabla 28. Valores de presupuesto que se les debe asignar a las DMUs para alcanzar la eficiencia.

	PRE
UAQ	827,730,323
UTEQ	206,573,159
UTC	9,324,746.66
UTSJR	99,366,053
UPQ	35,242,248
UPSRJ	21,609,680
UNAQ	22596462.31726
CBENEQ	102353472.02906
ENSQ	5,128,830
UPN	8,263,822

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

5.2.3 Discusión

A comparación de los modelos de evaluación utilizados en el ámbito internacional como son el MIECEES, ARCU-SUR y CINDA que evalúan las instituciones a través de la percepción de los estudiantes, así como de la presencia o ausencia de sus características, este modelo hace uso del resultado de todas las IES para observar la que hace mejor uso de sus insumos.

A diferencia de las calificadoras como THE, QS, ARWU y SIR, que tienen un enfoque muy específico para evaluar a instituciones educativas, como son el área científica y el prestigio de las instituciones a nivel internacional, este modelo busca evaluar los factores relevantes para el sector público (en este caso, el área académica) que se ven reflejados en los objetivos institucionales.

Por otra parte, las certificadoras y evaluadoras nacionales (CIEES y COPAES) que buscan calificar las instituciones o sus programas educativos según la ausencia o presencia de prácticas o características que definen una evaluación educativa. Este modelo busca evaluar la eficiencia de las IES a través de la comparación entre ellas, considerando factores académicos (las variables de resultados) y el uso eficiente del recurso (variable de insumo).

Por lo tanto, evaluar las instituciones en conjunto hace que se comparen los resultados de las IES para encontrar la o las que se encuentran utilizando más óptimamente sus insumos para maximizar sus resultados. En el caso que planteamos considerando una variable de insumo (presupuesto estatal) y siete variables de resultados, se buscó encontrar la frontera eficiente considerando optimizar los recursos (eficacia en la administración del recurso) respecto a los resultados académicos que se plantean como son el número de profesores, personal administrativo, matrícula, alumnos de nuevo ingreso, egresados, programas educativos y programas educativos de calidad. Estos últimos (variables de salida) se consideran como una relación incremental, es decir, que al maximizarlos se obtenga la calidad académica.

Para el objetivo de estudio, se sugiere utilizar el modelo DEA BCC, porque se busca optimizar el recurso de presupuesto (que es el único en el que el Estado tiene inherencia), y cada IES deberá utilizarlo de la mejor manera para obtener resultados superiores a las demás. Cada IES decide el número de profesores y personal administrativo contratar para alcanzar su objetivo. Al

utilizar la metodología de DEA BCC (análisis envolvente de datos con rendimientos variables a escala) la heterogeneidad entre instituciones no importa, por lo que el tamaño de la IES y sus distintas características no afectan el resultado.

Es importante destacar, que hay una diferencia significativa entre los métodos utilizados (DEA CCR y DEA BCC). Para realizar un análisis de los métodos utilizados, la tabla 29 muestra los resultados del modelo usando el método con rendimientos constantes a escala (CCR) y con rendimientos variables a escala (BCC). En esta se observa que tanto la UAQ, como la UTEQ son consideradas eficientes en el modelo BCC, no así en el modelo CCR, por lo que se puede hablar de un tema de escala (tamaño de las IES). De hecho, estas universidades son las más grandes; por una parte, se encuentra la UAQ como autónoma y la UTEQ como la más antigua y grande del subsistema de universidades tecnológicas y politécnicas en el Estado. Por otro lado, la UTC, la UNAQ y la CBENEQ con los dos métodos son no eficientes. Derivado de esta consideración, se tomará en cuenta el modelo obtenido con el método DEA BCC, para eliminar ese sesgo de escala.

Tabla 29. Comparación de resultados del modelo utilizando DEA CCR y BCC.

Nombre DMU	DEA CCR		DEA BCC	
	Eficiencia	PRE	Eficiencia	PRE
UAQ	0.58373	483,166,981.81	1	827,730,323
UTEQ	0.67031	138,468,013.99	1	206,573,159
UTC	0.61285	9,159,219.14	0.6239	9,324,746.66
UTSJR	1	99,366,053	1	99,366,053
UPQ	1	35,242,248	1	35,242,248
UPSRJ	1	21,609,680	1	21,609,680
UNAQ	0.24187	22,533,628.72	0.24255	22,596,462.317
CBENEQ	0.16670	28,194,452.86	0.6051	102,353,472.02
ENSQ	1	5128830	1	5,128,830
UPN	1	8263822	1	8,263,822

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, considerando la asignación del recurso del ciclo escolar 2020-2021 y 2021-2022 (información usada para desarrollar el modelo). Se observa en la tabla 30, columna 2 la tasa de crecimiento del presupuesto, se observa también la tasa de decremento del presupuesto

utilizando el modelo con DEA CCR (columna 3) y la tasa de decremento del presupuesto utilizando el modelo con DEA BCC (columna 4).

Tabla 30. Tasas de crecimiento real, con el método DEA CCR y DEA BCC.

	Tasa de crecimiento real	Tasa de decremento DEA CCR	Tasa de decremento DEA BCC
UAQ	11.48%	-41.63%	0%
UTEQ	3.65%	-32.97%	0%
UTC	3.12%	-38.72%	-37.61%
UTSJR	2.46%	0%	0%
UPQ	2.88%	0%	0%
UPSRJ	3.02%	0%	0%
UNAQ	1.85%	-75.81%	-75.75%
CBENEQ	3%	-83.33%	-39.48%
ENSQ	3%	0%	0%
UPN	3%	0%	0%

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que, con este modelo, considerando el método DEA BCC la UNAQ debería ser la que obtiene menos presupuesto, seguida de la CBENEQ y la UTC. Aunque no es posible disminuirles, no deben tener aumento, o un aumento diferenciado con las demás IES y estar por debajo de las eficientes. Por otro lado, la UAQ se considera eficiente, al igual que las otras 6 IES, ya que se observa una tasa de decremento de 0% (cero por ciento), por lo que deben tener un aumento proporcional a sus logros.

A diferencia de la asignación de recurso que sugiere la Coordinación de Universidades Politécnicas (CUP, 2012) y de Duran Encalada y Campos (1993), la cual se enfoca en costear los aspectos básicos. Este modelo evalúa el uso eficiente del recurso. Aunque, solamente se contemplaron 8 variables, en el caso de este modelo, se consideró el presupuesto como insumo o variable de entrada y siete variables de salida o resultados (matrícula, alumnos de nuevo ingreso, egresados, programas educativos, programas educativos de calidad, profesores y personal administrativo), lo cual evalúa la eficiencia del uso del presupuesto (recurso monetario) con respecto a las demás variables. De esta forma, no solamente se costea el personal que labora en la universidad, sino que con el recurso presupuestado se alcancen las metas. Por lo que comparar las

IES realiza una competencia sana entre instituciones, que permite observar las características de cada institución.

Utilizando el método DEA CCR (rendimientos constantes a escala) solamente mostró resultados congruentes con la realidad de las IES cuando fue aplicado a las IES del mismo subsistema, es decir, al subsistema de las Universidades Tecnológicas y Politécnicas. Ya que como sugiere Korhonen y Syrjänen (2004) este sirve solamente cuando las DMUs tienen características similares. Por otra parte, utilizando el método DEA BCC a este modelo, se elimina el sesgo de escala, es por ello que las DMUs (IES) que se encuentran en la frontera de eficiencia son: UAQ, UTEQ, UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN. Entonces podemos asegurar que estas siete IES utilizan eficientemente sus recursos, considerando la maximización de sus salidas, en este caso, las siete variables de salida.

El modelo de Valenzuela González y Ramírez Montoya (2009) se enfoca en evaluar las necesidades definidas previamente por la institución para realizar un diagnóstico de la situación de la universidad. El enfoque de este modelo es evaluar a las IES por la eficiencia en el uso de sus recursos, en específico del presupuesto. Aunque el objetivo es el mismo que nuestro modelo, en contraste, realiza un análisis interno en la institución y no compara sus resultados con otras IES. Al comparar los resultados entre las IES, se busca visibilizar las buenas prácticas de cada institución, ya que las que se observan eficientes, serán el ejemplo para seguir de las no eficientes.

Considerando el artículo de Wang (2018), donde se midieron las características relevantes para la asignación de un recurso extraordinario, el cual se repartió proporcionalmente a los resultados del modelo DEA. En el caso aplicado a nuestro Estado, se cuenta con IES de diferentes subsistemas, y sus objetivos tienen diferencias significativas, que muestran resultados (salidas) distintos, esto se observa en la medición de las variables, y cuando se recabaron los datos. Ya que en el caso de la UAQ se pudo obtener información de los productos científicos que genera (Anexo 11) como son los artículos publicados en SCOPUS. Esta información no se obtuvo de las demás IES, y por lo tanto no se dejó la variable considerada para ello.

5.2.4 Conclusiones

El modelo utilizando el método DEA CCR, muestra cinco IES eficientes, esto quiere decir que estas IES (UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN) hacen el mejor uso de los insumos, para la

obtención del máximo de productos (salidas). En ese mismo sentido, el modelo tiende a asignar el recurso a las IES que son eficientes (se encuentran en la frontera de eficiencia) y esto sucede cuando el cociente de las variables de entrada y salida se maximiza. Por lo que el recurso se asignará a las IES que maximicen sus resultados y minimicen sus recursos (presupuesto), considerando el resultado de las demás IES.

Sin embargo, el modelo desarrollado con el método CCR no considera las variaciones de tamaño, por lo que comparar instituciones con diferentes dimensiones genera un sesgo de escala. Es por ello que se deben considerar IES con características similares u objetivos parecidos. El caso de la UAQ fue el más significativo, ya que en las características que se midieron (variables contempladas) no se encontraban los servicios a la sociedad en general (servicio médico, psicológico, odontológico, etc.) ni los productos científicos (publicaciones científicas, patentes, productos de investigación, etc.).

En cambio, el modelo utilizando el método DEA BCC compara instituciones sin importar sus dimensiones. Ejemplo de ello fue el caso de la UAQ, que en este modelo se encontró en la frontera de eficiencia. Las IES que no eran eficientes son UTC, UNAQ y CBENEQ. De hecho, en la lista final de asignación de recurso queda en último lugar la UNAQ (por su 39% de eficiencia), antes de ella la CBENEQ y antes la UTC. Las demás IES deberán obtener el recurso proporcional a sus resultados, sin tener diferencia entre las siete instituciones.

El modelo utilizado deja comparar las instituciones que se encuentran en el Estado, donde las IES no necesariamente se encuentran clasificadas en los Rankings internacionales. Además, al pertenecer a diferentes subsistemas, las organizaciones certificadoras o acreditadoras (CIEES o COPAES) cuentan con los estándares para evaluar las instituciones (como es el caso del subsistema de universidades magisteriales). Sin embargo, es importante observar a las IES, y si es posible clasificarlas según sus características (como en este caso se hizo con el subsistema de universidades tecnológicas y politécnicas) se deberá utilizar el rendimiento constante a escala (CCR) o el rendimiento variable a escala (BCC). Este último es una opción para comparar los resultados de instituciones con características distintas, así como con diferencias significativas de tamaño.

En general, el uso del modelo DEA a diferencia de los modelos estadísticos de regresión:

- Evita la necesidad de recurrir a precios u otros supuestos de ponderaciones que se supone reflejan la importancia relativa de los diferentes insumos o productos.

- Evita la necesidad de especificar explícitamente las relaciones formales que se supone que existen entre entradas y salidas.

También, se pueden agregar restricciones para hacer frente a situaciones relacionadas a la gestión de recursos (estos pueden ser en recursos fijos y hasta diferir según cada DMU). Además, se pueden agregar variables categóricas, que identifiquen características similares en las DMUs.

La flexibilidad de modelar un proceso operativo minimizando las suposiciones previas al modelo, han hecho que la búsqueda de la frontera de eficiencia sea una opción accesible en el sector público, como son las IES públicas que se revisaron. Ya que al no buscar utilidades la organización, se ajusta el modelo a la eficiencia de recursos dados.

La propiedad de las economías a escala, las entradas discrecionales y no discrecionales, las variables categóricas y las relaciones ordinales también se pueden tratar a través de DEA. En este caso, el concepto de frontera se vuelve más general que el de “función de producción”, que se ha considerado relevante en economía. Ya que el concepto de frontera admite la posibilidad de múltiples funciones de producción, una para cada DMU, considerando los límites de la frontera constituidos por las tangentes a los miembros más eficientes del conjunto de dichas fronteras.

Sin embargo, todavía queda un tema que solamente se consideró en el apartado de marco normativo es que a pesar de que en el artículo 119 de la Ley General de Educación establece que el monto anual destinado en educación pública y en los servicios educativos, no podrá ser menor al equivalente del 8% del PIB del país, del cual, se destinará al menos el 1% del PIB al gasto para la educación superior y la investigación científica y humanística, así como el desarrollo tecnológico y la innovación en las instituciones públicas de educación superior. Este monto asignado a la educación se encuentra por debajo de este valor. Entonces a pesar de considerar la evaluación de las IES, si no se otorga el recurso suficiente, no se podrán llegar a los objetivos marcados tanto en los programas nacionales y estatales, así como en los planes de desarrollo regionales.

Este modelo sopesa el factor académico y el financiero. Aunque para organizaciones privadas y públicas es relevante el recurso financiero, en el sector público es más evidente que se cuenta con recurso escaso. Este modelo contempla la evaluación de variables académicas (variables de resultados) y el uso eficiente del recurso para la obtención de los resultados. Por lo que es una evaluación enfocada a los resultados definidos (en este caso, siete variables de resultados) mediante el uso eficiente del recurso financiero (en este caso, presupuesto estatal).

Este modelo se encuentra acotado por las variables que se toman en cuenta y más aún por los datos que se consiguen de las instituciones. Si se consideran factores que no se encuentran medidos dentro de las instituciones o que el gobierno estatal no cuenta con la información, no se podrá tomar en cuenta para el modelo.

Por otra parte, la heterogeneidad de las instituciones es un aspecto clave para este modelo, ya que dependiendo de este es el uso del método para llegar a la solución eficiente (DEA CCR y BCC). En el caso de instituciones con las mismas características y objetivos, en este caso, del mismo subsistema se pueden evaluar con el método DEA CCR, pero si las instituciones cuentan con características diferentes en cuestión de dimensiones, es necesario utilizar el método DEA BCC.

El uso de cocientes (metodología DEA) para evaluar a las IES genera la relación de calidad y eficiencia. Al considerar como variables medidas donde se observa la calidad académica (programas educativos de calidad, alumnos egresados, alumnos de nuevo ingreso) y compararlos con el recurso estatal, se busca que las IES mejoren su calidad académica a la par del uso eficiente del recurso. Generar esta relación para instituciones públicas ayuda a evidenciar el uso del recurso público, y no solamente observar el desempeño de las instituciones en el aspecto académico.

Como se observó en la tabla 30 al evaluar a las 10 IES, con este modelo se reasignaría el presupuesto, ya que instituciones como la UTC y la CBENEQ son las que deberían recibir menor incremento en el presupuesto por no ser eficientes (también la UNAQ, pero en este caso, si coincide con ser la que menor incremento recibió en el 2021). Las siete IES eficientes deberán recibir el recurso proporcional al incremento de matrícula (hipótesis $H_{1,0}$ se cumple).

Por otro lado, este modelo no permite ordenar a todas las IES, ya que varias (en este caso 7) se encuentran en la frontera de eficiencia y por lo tanto no se puede dar un orden clasificatorio. Pero sí permite comparar las 10 IES que no tienen las mismas características y por ello la gran mayoría no se encuentran evaluadas por calificadoras internacionales (su tamaño no las hace visibles internacionalmente). Este aspecto es de gran relevancia en el sector público, ya que se encuentran ofreciendo un servicio a la comunidad y por ello deben ser evaluadas (hipótesis $H_{3,0}$:no se cumple).

Si observamos la tabla 30, con este modelo se asignaría un recurso proporcional al incremento de la matrícula a la UAQ, la UTEQ, la UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN y a la UTC, UNAQ y CBENEQ solamente se le asignaría el incremento mínimo para seguir operando.

De esta forma se busca que las IES deficientes modifiquen sus actividades para generar mayores resultados con el presupuesto limitado (hipótesis $H_{2,0}$ se cumple)

REFERENCIAS

- Albrecht, D. y A. Ziderman (1995). Financing Universities in Developing Countries», Recuperado el 21 de mayo de 2021 de <http://documents.worldbank.org/>
- Alcaraz Salarirche, Noelia (2015). Aproximación Histórica a la Evaluación Educativa: De la Generación de la Medición a la Generación Ecléctica. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 8(1), pp. 11-25.
- Arredondo Rivera, A.P. (2006). La OCDE y la educación superior en México: Seguimiento a las recomendaciones. Tesis, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, pp 1-13.
- Barrenetxea, M., Cardona, A. y Echebarría, C. (2006) Una revisión crítica de los modelos de la calidad en la educación superior. VI Congreso Internacional Virtual de Educación. Palma de Mallorca, 6-26 febrero (CD-ROM).
- Bernad, J. A. (2000). Modelo cognitivo de Evaluación (Vol. 139). ESEAC. Madrid. Narcea. SA
- Bonnefoy J.C. y Armijo, M. (2005). Indicadores de desempeño en el sector público. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social -ILPES.
- Casassus, J. (2000). Problemas de la gestión educativa en América Latina, Versión preliminar. UNESCO. Recuperado de <http://files.7o-semester.webnode.mx/200000184-5e8c65f84a/problemas%20de%20gestion%20educativa%20en%20america%20latian.pdf>
- CEPAL (2005). Indicadores de desempeño en el sector público. J.C. Bonnefoy y M. Armijo. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social -ILPS, Naciones Unidas y CEPAL, Chile.
- CEPAL (2016). Estudio económico de América Latina y el Caribe. CEPAL, ISBN: 9789211219180
- CESOP (2019). PEF 2020, expectativa de desarrollo. Educación pública, sector energético, desarrollo sustentable y cultura. Reporte CESOP, núm. 128, pp. 10-18. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública de la Cámara de Diputados, México.
- Charnes, Cooper y Rhode (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, vol 2 (6), 490-444.
- CIEES (2018). Ejes, Categorías e Indicadores para la Evaluación de Programas Educativos Presenciales. Comités Interinstitucionales para la Educación Superior.
- COEPES (2021). Panorama educativo estatal 2020-2021. Recuperado el 8 de noviembre de 2021 en http://coepesqro.org.mx/static/docs/Panorama_Educ_Estat_2021.pdf

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917). *Diario Oficial de la Federación*. No. 001, pp. 1-354. Última reforma realizada el 28 de mayo de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México. Recuperado de http://diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Querétaro (1867). La Sombra de Arteaga. Última reforma publicada el 15 de julio de 1921. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México. Recuperado de https://site.legislaturaqueretaro.gob.mx/CloudPLQ/InvEst/Leyes/001_60.pdf
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. y Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis*, Springer, USA. Segunda edición, pp. 13.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. y Zhu, J. (2011). *Data Envelopment Analysis. History, Models and Interpretations*. En *Handbook on Data Envelopment Analysis*, pp 1-39. DOI 10.1007/978-1-4419-6151-8_1.
- COPAES (2016). Marco General de Referencia para los Procesos de Acreditación de Programas Académicos de Tipo Superior. Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A.C., versión 3.0
- CUP (2012). Estrategias de Gestión para la operación del Modelo de Educación Basada en Competencias. Coordinación de Universidades Politécnicas, México, D.F.
- Deming, W.E. (1989). Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis. Madrid: Díaz de Santos.
- De Vries, Wietse (2007). La acreditación mexicana desde una perspectiva comparativa. *Revista Computense de Educación*, vol. 18(2), pp. 11-28.
- De Vries, Wietse y Navarro Rangel, Yadira (2013). Las controversias de la evaluación académica. *Avance y Perspectiva* vol. 5 (2). Recuperado
- Díaz-Barriga, A. (1999). *Evaluación Académica: Organismos Internacionales y Política Educativa*. México: UNAM.
- Díaz-Barriga, A. (2005a). El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles educativos*, vol. XXVIII (111), p. 7-36.
- Díaz Barriga, A. (2005b). Riesgos de los Sistemas de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior. Recuperado de http://www.angeldiazbarriga.com/ponencias/riesgos_sistemas_acreditacion.pdf
- Díaz Barriga, A. (2009) La acreditación de programas (planes de estudio). Entre el formalismo y los procesos educativos. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de UNAM: riseu.unam.mx
- DOF (2021). Ministración del recurso correspondiente al fondo de aportaciones múltiples. *Diario Oficial de la Federación* publicada en la edición vespertina el día viernes 29 de enero de 2021, p. 240-253. Recuperado el 13 de septiembre de 2021 en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5610596&fecha=29/01/2021&print=true

- Duran Encalada, Jorge y Anzaldo Campos, Beatriz (1993). Propuesta de un modelo para la asignación y distribución de recursos financieros para universidades públicas. Recuperado en http://coplan.azc.uam.mx/documentos/comision%20presupuesto/articulos/No_87;%20PROPUESTA%20DE%20UN%20MODELO%20PARA%20LA%20ASIGNACIÓN%20Y%20DISTRIBUCIÓN%20DE%20RECURSOS%20FINANCIEROS%20PARA%20UNIVERSIDADES%20PÚBLICAS.htm
- EFQM (1999). El Modelo EFQM de Excelencia: Cambios. Editorial European Foundation for Quality Management.
- Espinoza, Óscar, González Fiegehen, L. E., y Castillo, D.M.J. (2016). Factores que inciden en el desarrollo de una oferta educativa para atender la continuidad educativa de niños y adolescentes que están fuera del sistema escolar formal y que son atendidos por las “escuelas de segunda oportunidad” Proyecto Fondecyt No. 1161433. <https://www.researchgate.net/project/Proyecto-Fondecyt-N-1161433-Factores-que-inciden-en-el-desarrollo-de-una-oferta-educativa-para-atender-la-continuidad-educativa-de-ninos-y-adolescentes-que-estan-fuera-del-sistema-escolar-formal-y-que>
- Estadística de educación superior (2021). Directorio superior por institución. Se obtiene de <https://www.usebeq.edu.mx/PaginaWEB/Estadistica/IndexEstadisticas>
- García Cabrero, B. (2010). Modelos teóricos e indicadores de evaluación educativa. Revista Electrónica Sinéctica, 35 pp 1-21. ISSN 2007-7033.
- García Salord, S. (2001). La Simulación: El fantasma que recorre a la vida académica cotidiana. Universidad y Sociedad. 1(1), pp. 97-103. (Se encuentra referenciado en Revista de educación superior, 185, S1ES)
- García de Fanelli, A. (2008). Contrato-Programa: instrumento para la mejora de la capacidad institucional y la calidad de las universidades», Recuperado el 21 de mayo de 2021 en <http://ess.iesalc.unesco.org.ve/index.php/ess/article/>
- García Echevarría, S. (1978). Balance Social de la Empresa. Posibilidades y límites operativos en su planteamiento actual. Revista Alta Dirección, vol. 65, Barcelona, España, pp. 167.
- Gobierno de México (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.gob.mx/agenda2030/articulos/4-educacion-de-calidad>
- González López, I. (2003). Determinación de los elementos que condicionan la calidad de la universidad: Aplicación práctica de un análisis factorial. Relieve: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 9 (1), p. 83-96. http://www.uv.es/RELIEVE/v9n1/RELIEVEv9n1_4.htm (Consulta: 30 de marzo de 2009).
- González, L.E. (1999): Regulación de la Calidad de los Programas en Chile. Compilación CINDA, pp. 106-137.
- González López, I. y López Cobo, I. (2010). Validación y propuesta de un modelo de indicadores de evaluación de la calidad en la Universidad. Revista Iberoamericana de Educación, No. 53 (6). ISSN: 1681-5653. DOI: 10.35362/rie5361706

- Guba, E. G., y Lincoln, Y. S. (1981). *Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches*. Jossey-Bass.
- Guba, E. G., y Lincoln, Y. S. (1982). *Epistemological and Methodological Bases of Naturalistic Inquiry*. *Educational Communications and Technology Journal*, no. 4 (30).
- Guba, E. G., y Lincoln, Y. S. (1989). *Fourth Generation*. Sage publications, California, USA.
- Henry y Haynes (1982). *Economía de la empresa*. México: Compañía Editorial Continental SA de CV.
- Hernández Pérez, Victor (CESOP) (2005). *El financiamiento de la educación superior en México*. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública de la Cámara de Diputados LIX Legislatura.
- INEE (2016). Instituto nacional de Evaluación Educativa
- ISO (2015). Norma ISO 9001:2015. Organización Internacional de Normalización.
- Joint Committee on Standards for Educational Evaluations. (1994). *The program evaluation standards: How to assess evaluations of educational programs*. Newbury Park, CA: Sage.
- Korhonen, P. y Syrjänen, M. (2004). *Resource allocation based on efficiency analysis*. *Manag Sci* 2004;50:1134–44. 10.1287/nmsc.1040.0244.
- La Sombra de Arteaga (2015). Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro para el Ejercicio Fiscal 2016, Tomo CXLVIII, no. 95. pp 27080-27094. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México. Recuperado de https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx/04_period/frame.html
- La Sombra de Arteaga (2016). Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro para el Ejercicio Fiscal 2017, Tomo CXLIX, no. 69. pp 16173-16205. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México. Recuperado de https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx/04_period/frame.html
- La Sombra de Arteaga (2017). Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro para el Ejercicio Fiscal 2018, Tomo CL, no. 89. pp 26884-26915. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México. Recuperado de https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx/04_period/frame.html
- La Sombra de Arteaga (2019). Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro para el Ejercicio Fiscal 2021, Tomo CLIII, no. 101. pp 30548-30560. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México. Recuperado de https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx/04_period/frame.html
- La Sombra de Arteaga (2020). Decreto de Presupuesto de Egresos del Estado de Querétaro para el Ejercicio Fiscal 2021, no. 101. pp 30548-30560. Se obtiene de https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx/04_period/frame.html
- Lewis, R.G. y Smith, D.H. (1994). *Total quality in higher education*. Florida: St. Lucie Press.
- Ley de Ciencia y Tecnología (2015). *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada el 8 de diciembre de 2015. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.

- Ley de Educación del Estado de Querétaro (2008). *La Sombra de Arteaga*. Última reforma publicada el 1 de abril de 2022. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México.
- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro (2015). *La Sombra de Arteaga*. Volumen 87, última reforma publicada el 14 de mayo de 2019. Poder Legislativo del Estado de Querétaro, México.
- Ley del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2013). *Diario Oficial de la Federación*. Publicada el 11 de septiembre de 2013. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (2016). *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada el 20 de mayo de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Ley General de Educación (2019). *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada el 30 de septiembre de 2019. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Ley General de Educación Superior (2021). *Diario Oficial de la Federación*. Publicada el 20 de abril de 2021. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México
- Ley para la Coordinación de la Educación Superior (1978). *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada el 29 de diciembre de 1978. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Ley Reglamentaria del artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de mejora continua de la educación (2019). *Diario Oficial de la Federación*. Publicada el 30 de septiembre de 2019. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1989). Ethics: The Failure of Positivist Science. *The Review of Higher Education* 12(3), 221-240. doi:10.1353/rhe.1989.0017.
- Loncomilla Igor, L. (2007). Aportes del sector productivo para un nuevo modelo de acreditación universitaria, en *Acreditación y dirección estratégica para la calidad en las universidades*. Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA y Universidad Politécnica de Cataluña, Chile. pp 170-177.
- López, F. (2010). El impacto de la crisis económica global, en la educación superior mundial y regional. Recuperado el 14 de mayo de 2021 en <http://ess.iesalc.unesco.org.ve/index.php/ess/article/>
- Lukas Mujika, José Francisco y Santiago Etxebarria, Karlos (2004). *Evaluación Educativa. Psicología y educación*. Alianza Editorial. Madrid.
- Manzano-Arrondo, V. (2017). Hacia un cambio paradigmático para la evaluación de la actividad científica en la Educación Superior. *Revista de la Educación Superior*, 46 (183), pp. 1-35. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60453292001>
- Márquez J., Alejandro (2004). Calidad de la Educación Superior en México: ¿Es posible un sistema eficaz, eficiente y equitativo? Las políticas de financiamiento de la educación superior en los noventa; *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, México.

- Martínez Rizo, F. (2010). Los indicadores como herramientas para la evaluación de la calidad de los sistemas educativos. *Revista Electrónica de Educación (Sinéctica)*, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), México. No. 35, pp. 63 ISSN: 2007-7033
- Mendoza Rojas, J. (2011). *Financiamiento Público de la Educación Superior en México, Fuentes de información y cifras del periodo 2000 a 2011*. UNAM-DGEI. Recuperado de <http://www.dgei.unam.mx/hwp/wp-content/uploads/2016/cuadernos/cuaderno6.pdf>
- Mendoza Rojas, J. (2018). *Subsistemas de Educación Superior. Estadística básica 2006-2017*. Cuadernos de trabajo de la Dirección General de Evaluación Institucional-Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Mora, José Ginés (1999). *Indicadores y decisiones en las universidades*. En *Indicadores en la universidad: información y decisiones*. Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades. Madrid, MEC-Consejo de Universidades, pp. 19-29. ISBN 84-369-3281-1
- Morduchowicz (2006). *Los indicadores educativos y las dimensiones que los integran*. International Institute for Educational Planning y IPE-UNESCO, Buenos Aires. Recuperado el 11 de enero de 2020 de <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/01132.pdf>
- Moreno Pérez, Salvador y Sánchez Reyes, José Juan (CESOP) (2019). *Breve revisión del presupuesto destinado a educación pública en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2020*. Reporte Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, Núm. 128, pp. 10-18
- Mungaray, A., Ocegueda, M.T., Moctezuma, P. y Ocegueda, J.M. (2010). *Financiamiento de la equidad entre las universidades públicas estatales de México: 2001-2005*. *Gestión y Política Pública*, XIX (2), pp. 263-310.
- Mungaray, A., Ocegueda, M.T., Moctezuma, P. y Ocegueda, J.M. (2016). *La calidad de las Universidades Públicas Estatales de México después de 13 años de subsidios extraordinarios*. *Revista de la Educación Superior*, XLV.1 (177), pp. 67-93.
- Naranjo García, Abel, & Ruso Armada, Frida. (2018). *El financiamiento en las instituciones de educación superior: asignaciones gubernamentales vs. autofinanciamiento*. *Cofin Habana*, 12(2), 35-50. Recuperado el 14 de mayo de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612018000200003&lng=es&tlng=es.
- OCDE (2017). *Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264309432-en>
- ONU (2015). *Objetivos de Desarrollo sostenible*. Recuperado el 8 de noviembre de 2021 en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Plan Estatal de Desarrollo Querétaro 2016-2021 (2016). *Página oficial del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro*. Recuperado de https://www.queretaro.gob.mx/BS_ped16-21/
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (2019). *Diario Oficial de la Federación*. Publicado el 12 de julio de 2019. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México
- Pérez-Cabrera (2016). *La Evaluación Educativa desde la Calidad o desde la Excelencia*. *Revista Paréntesis*, (03), 1-5.

- Programa Sectorial de Educación 2020-2024 (2020). *Diario Oficial de la Federación*. Publicado el 6 de julio de 2020. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México.
- Programa Sectorial de Educación Querétaro 2016-2021 (2016). Página oficial de la Secretaría de Educación del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro. Recuperado de <http://coepesqro.org.mx/static/docs/REUNIONES/2017/1RA%20SESION%20ORDINARIA/10.A%20PROSEQ%202016-2021%20v20%20FINAL.pdf>
- Sanyal, Bikas C., & Martin, Michaela (2006). La financiación de la educación superior: perspectivas internacionales. En *La educación superior en el mundo 2006: La financiación de las universidades*. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, pp 3-17. <http://hdl.handle.net/2099/5823>
- Salmi, Jamil y Hauptman, Arthur M. (2006). Mecanismos de asignación de recursos en la educación superior: tipología y evaluación. En *La educación mundial superior en el 2006*, pp. 60-81. Recuperado el 20 de mayo de 2021 en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7130/2006-03_esp_salmi.pdf
- Schwartzman, S. (1993). Higher Education in Latin America. *Higher Education* 25 (1), pp. 9-20.
- SEP (2019). Programa Sectorial de Educación 2020-2024. Secretaría de Educación Pública. pp 45-67.
- SEP (2020). Segundo Informe de Labores 2019-2020. Secretaría de Educación Pública, Ciudad de México. Recuperado el 20 de mayo de 2021 en https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/informes/labores/2018-2024/2do_informe_de_labores.pdf
- Srikanthan, G. y Dalrymple, J.F. (2003). Developing alternative perspectives for quality in higher education. *The International Journal of Educational Management* 17(3), 126-136. doi: 10.1108/09513540310467804
- Stufflebeam, D.L. (2001). *Evaluation Models: New Directions for Evaluation*. Western Michigan University, American Evaluation Association, Evaluation Network & Evaluation Research Society. vol. 2001 (89), p. 7-98. <https://doi.org/10.1002/ev.3>
- Stufflebeam, D.L. y Shinkfield, A. (1987). *Systematic Evaluation: Theory and Practice Guide*. Barcelona: Paidós.
- Stufflebeam, D. y Shinkfield A. J. (2005). El periodo pre-Tyleriano, el modelo Tyleriano, el modelo de Cronbach, El modelo de Stufflebeam, el modelo de Scriven” en *Evaluación sistemática, Guía teórica y práctica*. España: Paidós.
- Taylor, F.W. (1911). *The principles of scientific management*. New York: Norton. (Edición 1967)
- UNESCO (2003). Compendio mundial de la Educación. París, pp. 124. Recuperado el 15 de noviembre de 2021 en <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/global-education-digest-2003-comparing-education-statistics-across-the-world-sp.pdf>
- UNESCO (2006). Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014). En *Plan de Aplicación Internacional*. Recuperado el 14 de mayo de 2021 en <http://unesdoc.unesco.org/>

- UNESCO-UIS (2013). Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE 2011. Instituto de Estadística de la UNESCO.
- UNESCO (2021). El uso de los resultados de las pruebas de evaluación de los aprendizajes en el planteamiento de las políticas educativas en México. Buenos Aires, Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379594/PDF/379594spa.pdf.multi>
- USEBEQ (2020a). Indicadores de Eficiencia Educativa, Inicio de Ciclo 2019-2020. Gobierno del Estado de Querétaro, Secretaría de Educación, USEBEQ. www.usebeq.edu.mx/estadisticas
- USEBEQ (2020b). Indicadores de Eficiencia Educativa, Fin de Ciclo 2019-2020. Gobierno del Estado de Querétaro, Secretaría de Educación, USEBEQ. www.usebeq.edu.mx/estadisticas
- Valenzuela González, J.M. (2017). Evaluación de Instituciones Educativas. Editorial Trillas: ITESM, México.
- Valenzuela, J.R., Ramírez, M.S. y Alfaro, J.A. (2009). Construcción de Indicadores Institucionales para la Mejora de la Gestión y la Calidad Educativa. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2 (2), 59-81.
- Vallaes, F., De la Cruz, C. y Sasía, P.M. (2009). Responsabilidad social universitaria. Manual de primeros pasos. Mc Graw Hill interamericana editores.
- Wang, D.D. (2018). Performance based resource allocation for higher education institutions in China, *Socio-Economic Planning Sciences*, El Sevier, vol 65, pp. 66-75. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.01.004>

consideraría como variable de entrada, ya que el indicador tiende a ser decreciente cuando el desempeño mejora. Para las variables de salida, como se busca maximizar su valor, y se busca que el indicador tienda a ser creciente al mejorar el desempeño (se define como que la IES mejora, si este aumenta) (Cooper, Seiford y Tone, 2007).

Tabla A2.1. DMUs, variables de entrada y de salida para modelo 1.

j	DMU	m	Variable entrada
1	UAQ	1	PRE
2	UTEQ	2	PRO
3	UTC	3	ADM
4	UTSJR		
5	UPQ	s	Variable salida
6	UPSRJ	1	MAT
7	UNAQ	2	EGR
8	CBENEQ	3	ING
9	ENSQ	4	PE
10	UPN	5	PECal

Fuente: elaboración propia

Las variables de entrada que se consideraron fueron presupuesto estatal (PRE), profesores (PRO) y administrativos (ADM), los cuales se consideran como insumos para generar el servicio educativo y las demás actividades que generan las IES para cumplir con su misión. En el caso de presupuesto, al ser un recurso financiero, se busca que este se use de manera eficiente, por ello se considera dentro del programa lineal que su objetivo sea minimizarlo. Por otro lado, la variable de profesores y administrativos al ser recurso humano, que conlleva un gasto de funcionamiento, también se busca su eficiencia, por ello también el objetivo es minimizar esta entrada.

Las variables de salida que se consideraron fueron matrícula (MAT), egreso (EGR), ingreso (ING), programas educativos (PE) y programas educativos que cuentan con algún reconocimiento de calidad (PECal). La variable de matrícula se espera aumente con el objetivo de dar cobertura a la mayor cantidad de jóvenes en la entidad. La variable de egreso se espera también que aumente, ya que al contar con incremento de matrícula se espera que incremente el egreso de los alumnos. El ingreso también va de la mano con el aumento de matrícula, sin embargo, este considera solamente a los alumnos de nuevo ingreso. Para estas tres variables el objetivo es maximizar sus valores, ya que muestran las salidas del sistema educativo, aunque en diferentes momentos del proceso. La variable de programas educativos y programas educativos de calidad

también se espera que incrementen. Por una parte, al contar con mayores programas educativos, se tendrán mayores oportunidades para los alumnos de educación media superior, así como mayor diversificación en la oferta educativa y por lo tanto mayor cobertura, es decir, mayor matrícula atendida. Además, referente a los programas de calidad se busca no solamente contar con mayores opciones, sino que estas cuenten con los estándares mínimos que muestran su calidad académica.

En resumen, este primer modelo considera que cada DMU utiliza 3 variables de insumo y produce 5 productos o servicios diferentes. Específicamente la DMU_j consume la cantidad x_{ij} del insumo i y produce la cantidad y_{rj} de salida r . Se supone tanto las x , como las y , son mayores o iguales a cero. Además, se asume que al menos se tiene una entrada positiva y una salida positiva.

Este modelo tomo en cuenta las variables de entrada como las que se deben minimizar, es decir, las que se busca que con el mínimo requerido se maximicen las variables de salida. Se busca que con el presupuesto asignado, aunado al personal docente y el personal administrativo con el que se cuenta, se encuentre la entidad más eficiente considerando las variables de salida que ésta obtiene.

Por lo tanto, considerando los datos recabados, para la matriz de entradas se consideraron la variable PRE como x_1 , la variable PRO como x_2 y la variable ADM como x_3 , por lo tanto, la matriz de entradas X se muestra en la ecuación [A.1].

$$X = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} & \dots & x_{1,9} & x_{1,10} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} & \dots & x_{2,9} & x_{2,10} \\ x_{3,1} & x_{3,2} & x_{3,3} & \dots & x_{3,9} & x_{3,10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 827730323 & 206573159 & 14945390 & \dots & 5128830 & 8263822 \\ 3063 & 400 & 34 & \dots & 27 & 101 \\ 2959 & 183 & 40 & \dots & 20 & 29 \end{bmatrix}$$

[A.1]

Para la matriz de salidas se consideraron la variable MAT como y_1 , la variable EGR como y_2 , la variable ING como y_3 , la variable PE como y_4 y la variable PECal como y_5 , por lo tanto, la matriz de salidas Y se muestra en la ecuación [A.2].

$$Y = \begin{bmatrix} y_{1,1} & \dots & y_{1,10} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{5,1} & \dots & y_{5,10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 33642 & 6054 & 452 & 3255 & 3961 & 1559 & 1296 & 1871 & 199 & 1422 \\ 6017 & 2906 & 194 & 1791 & 579 & 176 & 309 & 341 & 81 & 193 \\ 8369 & 1600 & 174 & 982 & 1217 & 488 & 329 & 563 & 51 & 511 \\ 231 & 35 & 7 & 40 & 13 & 6 & 10 & 40 & 12 & 7 \\ 74 & 13 & 0 & 21 & 7 & 5 & 3 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[A.2]

Los datos completos de la matriz de entrada y de salida se encuentran en las tablas del anexo 2 y 3.

Entonces para observar el modelo en forma de cociente (CCR) como lo explican Charnes, Cooper y Rhodes, el modelo DEA-CCR expuesto en las ecuaciones [6] y [7] se observa en las ecuaciones [A.3] y [A.4].

$$\max f(k) = \frac{\sum_{i=1}^3 u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^5 v_j x_{jk}} \quad \begin{array}{l} i = 1,2,3 \\ j = 1, \dots, 5 \end{array} \quad [A.3]$$

Sujeto a

$$\begin{array}{l} \frac{\sum_{i=1}^3 u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^5 v_j x_{jk}} \leq 1 \\ u_i \geq 0 \\ v_j \geq 0 \\ \sum_{j=1}^3 u_i = 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} k = 1, \dots, 10 \\ \\ \\ u \geq 0, \forall i = 1, \dots, 3 \end{array} \quad [A.4]$$

Donde:

$f(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

u_j es el vector de costos de las entradas para la IES,

v_i es el vector de costos (resultados) de las salidas para la IES,

x_{ik} es el vector de 3 entradas para la IES k ,

y_{jk} es el vector de 5 salidas para la IES k

Es decir, las y s y x s son los valores observados de salida y entrada y las u s y v s son las variables. Así, se puede observar la construcción del CCR como la reducción de múltiples salidas entre múltiples entradas (para cada DMU), de esta forma se considera una sola salida “virtual” y una sola entrada “virtual”. Para cada DMU, la relación entre esta única salida virtual y única entrada virtual proporciona una medida de eficiencia que es una función de los multiplicadores. En el lenguaje de programación matemática, este cociente es el que se debe maximizar, y corresponde a la función objetivo para la DMU evaluada.

De esta forma, la transformación desarrollada por Charnes y Cooper (1962) para la programación fraccionaria lineal de las ecuaciones [8] y [9] queda como se observa en las ecuaciones [A.5] y [A.6] donde selecciona una sola solución representativa, y se usa el cambio de variable de (u, v) a (μ, ν) .

$$\max f(k) = \sum_{i=1}^3 \mu_i y_{i0} \quad i = 1,2,3 \quad [A.5]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^3 \mu_i y_{ik} - \sum_{j=1}^5 v_j x_{jk} &\leq 0 & j = 1, \dots, 5 & \quad [A.6] \\ & & k = 1, \dots, 10 & \\ \sum_{j=1}^5 v_j x_{j0} &= 1 \\ \mu_i &\geq 0 \\ v_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Por otro lado, el modelo DEA BCC se observa a través de las ecuaciones [12] y [13], y considerando las variables de entrada y salida (ecuaciones [14] y [15]) este modelo se observa como las ecuaciones [A.7] y [A.8].

$$\max z(k) = \frac{\sum_{i=1}^3 u_i y_{i0} - u_0}{\sum_{i=1}^5 v_i x_{i0}} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 3 \\ j = 1, \dots, 5 \end{array} \quad [A.7]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^3 u_i y_{i0} - u_0}{\sum_{i=1}^5 v_i x_{ik}} &\leq 1 & k = 1, \dots, 10 & \\ v_j &\geq 0 & & \\ u_j &\geq 0 & & \\ v_0 &\in \mathbb{R} & & \quad [A.8] \end{aligned}$$

Donde:

$f(k)$ es el puntaje de eficiencia para la IES k ,

u_i es el vector de costos de las entradas para la IES,

v_j es el vector de costos (resultados) de las salidas para la IES,

x_{jk} es el vector de 3 entradas para la IES k ,

y_{ik} es el vector de 5 salidas para la IES k

Resultados del modelo (3 entradas 5 salidas)

Modelo con DEA CCR

En la tabla 20 se observa en resumen la estadística descriptiva de éstas, donde las tres primeras variables (PRE, PRO y ADM) son variables de entrada y las otras cinco son variables de salida. Para asegurar el cumplimiento de los supuestos del método a usar, primero se debe confirmar que ningún valor de las variables sea negativo, y este hecho se observa en la columna de Min (valor mínimo), donde solamente se observa el valor cero en la variable de PECal

(Programas educativos de calidad). Los datos completos del modelo DEA se encuentran en el Anexo 7 y 8.

Considerando el modelo expuesto en las ecuaciones [8] y [9] se aplica el método DEA-CCR. En la tabla A2.2 se observan los resultados del modelo considerando tres variables de entrada y cinco de salida.

Tabla A2.2. Salida modelo DEA CCR: 3 entradas y 5 salidas.

No. DMU	Nombre DMU	Eficiencia
1	UAQ	0.55737
2	UTEQ	0.86560
3	UTC	0.82489
4	UTSJR	1
5	UPQ	1
6	UPSRJ	1
7	UNAQ	0.38963
8	CBENEQ	0.60059
9	ENSQ	1
10	UPN	1

Fuente: elaboración propia con software DEA Solver.

Este resultado quiere decir que la UTSJR, la UPQ, la UPSRJ, la ENSQ y la UPN son las DMUs más eficientes, ya que tienen un valor de 1, en cambio las demás DMUs deberán reducir su entrada o aumentar su producción (salidas). Las DMUs más ineficientes son la UNAQ, CBENEQ y UAQ, con 0.38, 0.6 y 0.55 de eficiencia técnica respectivamente. Por ejemplo, la UAQ cuenta con una eficiencia técnica de 0.55737 por lo que las variables de entrada (presupuesto, número de profesores y número de personal administrativo) se encuentran excedidas para ser eficiente (encontrarse en la frontera de eficiencia). Otro modo de decirlo es que la eficiencia técnica de la UAQ se encuentra en 0.55737 y por lo tanto no hace uso eficiente de los recursos (variables de entrada) considerando los resultados obtenidos (variables de salida). También se puede decir que es 0.44263 ineficiente la UAQ.

También se puede observar a través del cociente

$$\frac{1}{0.55737} = 1.79$$

y quiere decir que se pueden expandir las salidas en 1.79 veces de lo que ahorita se produce.

Sin embargo, al considerar cinco variables de salida, y tres variables de entrada, esta ineficiencia puede ser considerada por cualquiera de estas variables. En el modelo 2 se observa con más detalle este aspecto, ya que solamente se considera una variable de entrada. De esta forma, también se observa el presupuesto que se debería asignar dependiendo de los resultados de cada DMU. En el caso de la UTEQ se sugiere disminuir un 13.44% los insumos, la UTC debería recibir 17.51% menos de los insumos que actualmente recibe, la UNAQ

Considerando la tabla 23 de “faltante” (*slack*) se puede observar en que variables de salida (productos) las DMUs faltan a las expectativas considerando las disminuciones de los insumos como el modelo sugiere. Es decir, para que las DMUs lleguen a la frontera de eficiencia (marcada por las IES eficientes), la UAQ se le deberá disminuir en 44% sus insumos, e incrementar los resultados de las variables de Egreso, Ingreso y Programas Educativos de Calidad, ya que tienen como “faltante” (exceso) los valores que la tabla A2.3 muestra. Así pasa con los demás DMUs: la UTEQ tendría un faltante en el Ingreso, Programas Educativos y Programas Educativos de Calidad; la UTC el faltante es en Matrícula, Egreso y Programas Educativos de Calidad; la UNAQ tiene ineficiencia en todas las variables excepto en matrícula y la CBENEQ tendría un faltante en Matrícula, Egreso y Programas Educativos de Calidad.

Tabla A2.3. Faltante (*slack*) del modelo 1 con DEA CCR.

	MAT	EGR	ING	PE	PECal
UAQ	0	2,034.33	2052.90	0	12.22
UTEQ	0	0	285.56	31.84	19.44
UTC	126.73	22.408	0	0	2.34
UTSJR	0	0	0	0	0
UPQ	0	0	0	0	0
UPSRJ	0	0	0	0	0
UNAQ	0	343.11	62.82	4.56	4.65
CBENEQ	46.67	665.14	0	0	10.16
ENSQ	0	0	0	0	0
UPN	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia con software DEA Solver.

Derivado de que el modelo DEA está dirigido a asegurar las mejores estimaciones de rendimiento para cada observación (y las entidades asociadas con ellas). Considerando estos

resultados de eficiencia, se sugiere ajustar las variables de entrada (para las IES con menor desempeño se sugiere minimizar el recurso, y las eficientes mantenerlo), o buscar la eficiencia a través de lograr las metas (objetivos de variables de salida). Para ello, la tabla A2.4 muestra los valores que se deben cumplir, para que las DMUs alcancen la frontera de eficiencia.

Tabla A2.4. Objetivos de las variables de salida para que las DMUs alcancen la eficiencia.

	MAT	EGR	ING	PE	PECal
UAQ	33,642	8,051.33	10,421.90	231	86.22
UTEQ	6,054	2,906	1,885.56	66.84	32.44
UTC	578.73	216.40	174	7	2.34
UTSJR	3,255	1,791	982	40	21
UPQ	3,961	579	1217	13	7
UPSRJ	1,559	176	488	6	5
UNAQ	1,296	652.11	391.82	14.56	7.65
CBENEQ	1,917.67	1006.14	563	40	10.16
ENSQ	199	81	51	12	0
UPN	1,422	193	511	7	0

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Para la UAQ se sugiere aumentar en 2,034 la variable de egreso, para llegar al objetivo de 8,051; además debería aumentar el número de alumnos de nuevo ingreso a 10,421; y los programas educativos de calidad deberán aumentar a 86. Para la UTEQ el objetivo es aumentar en 285 alumnos de nuevo ingreso para llegar al objetivo de 1,885, además de elevar el número de programas educativos en 31 para llegar al objetivo de 66 y en 19 los programas educativos de calidad para llegar al objetivo de 32. Para la UTC deberá aumentar en 126 alumnos su matrícula para llegar a un objetivo de 578, además de aumentar los egresados en 22 unidades para llegar a 216 y que reciban reconocimiento de calidad 2 de sus programas educativos. La UNAQ debe aumentar el número de egresados por 343 alumnos para llegar al objetivo de 652, incrementar los alumnos de nuevo ingreso en 62 para llegar al objetivo de 391, así como aumentar el número de programas educativos en 4 para llegar al objetivo de 14 y aumentar 4 programas con reconocimiento de calidad para alcanzar el objetivo de 7. Por último, la CBENEQ deberá aumentar su matrícula en 46 alumnos para alcanzar el objetivo de 1,917, incrementar el número de egresados

a 665, para alcanzar la meta de 1,006 y buscar el reconocimiento de 10 de sus programas educativos en calidad. Por otro lado, la UTSJR, UPQ, UPSRJ, ENSQ y UPN no necesitan aumentar sus números, considerando su eficiencia.

Con este modelo los recursos (entradas) de las DMUs no eficientes se reducen según lo valores de la tabla A2.5, donde los valores de color azul son los que fueron modificados (se sugiere disminuir).

Tabla A2.5. Valores de entrada que se les debe asignar para alcanzar la eficiencia.

	PRE	PRO	ADM
UAQ	461,352,666.59	1,707.22	1,649.26
UTEQ	159,464,520.72	250.49	158.40
UTC	12,328,297.008	28.04	26.27
UTSJR	99,366,053	115	89
UPQ	35,242,248	196	231
UPSRJ	21,609,680	115	146
UNAQ	36,298,797.21	47.92	40.11
CBENEQ	56,913,946.71	102.09	77.47
ENSQ	5,128,830	27	20
UPN	8,263,822	101	29

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Sin embargo, al resolver el modelo con DEA CCR, éste no considera las diferencias entre las IES (como es el tamaño de la IES), es por ello que se corre nuevamente este modelo, pero solamente considerando las IES que son parte del subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas.

Modelo DEA CCR: 3 entradas y 5 salidas para 6 DMUs.

Al considerar solamente estas 6 IES que tienen las mismas características y buscan los mismos objetivos al pertenecer al subsistema de universidades tecnológicas y politécnicas se puede hacer uso del DEA CCR. La tabla A2.6 muestra la salida del programa, donde se observa que cuatro de las IES son eficientes (UTC, UTSJR, UPQ y UPSRJ) mientras que la UTEQ y la UNAQ, quien es la más ineficiente, con 62 por ciento de eficiencia o 38 por ciento de eficiencia.

Tabla A2.6. Salida modelo DEA CCR: 3 entradas y 5 salidas.

No. DMU	Nombre DMU	Eficiencia
---------	------------	------------

1	UTEQ	0.90455
2	UTC	1
3	UTSJR	1
4	UPQ	1
5	UPSRJ	1
6	UNAQ	0.38963

Fuente: elaboración propia con software DEA Solver.

La tabla A2.7 muestra los valores faltantes (slacks) de las variables de salida. Donde en efecto se observan los valores faltantes de las dos IES que son ineficientes. Por ejemplo, la UTEQ debe aumentar en 425 unidades el egreso, en 226 el ingreso, 39 los programas educativos y en 26 unidades los programas educativos de calidad para ser eficientes. Por otro lado, la UNAQ debe aumentar en 342 unidades el egreso, 62 unidades el ingreso, 4 unidades los programas educativos y también 4 los programas educativos de calidad.

Tabla A2.7. Faltantes (slack) del modelo 1 con DEA CCR para 6 DMUs.

	MAT	EGR	ING	PE	PECal
UTEQ	0	425.09	226.42	39.39	26.058
UTC	0	0	0	0	0
UTSJR	0	0	0	0	0
UPQ	0	0	0	0	0
UPSRJ	0	0	0	0	0
UNAQ	0	343.117	62.82	4.56	4.65

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

La tabla A2.8 muestra los valores que se deben reducir a las IES no eficientes, en los datos de entrada para lograr que estas sean eficientes. Por ejemplo, la UTEQ debe reducir en 2,043,087 el presupuesto, es decir, se le debería otorgar 184,811,700 pesos de presupuesto, además se debe reducir, el número de profesores en 147, es decir, contar con 213 profesores. Por otro lado, la UNAQ debe disminuir en 16 unidades al personal administrativo, es decir, solamente usar 183 personas en el área administrativa.

Tabla A2.8. Valores excedentes de las variables de entrada.

	PRE	PRO	ADM
UTEQ	2,043,087.94105	147.92874	0

UTC	0	0	0
UTSJR	0	0	0
UPQ	0	0	0
UPSRJ	0	0	0
UNAQ	0	0	16.77434

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Ahora se corre este modelo con las 10 IES, pero resolviendo el programa lineal con DEA BCC expuesto en las ecuaciones [12] y [13], es decir, utilizando rendimientos variables a escala. A diferencia de la anterior solución, esta contempla DMUs con diferencias en escala. La tabla A2.9 muestra los resultados del modelo considerando tres variables de entrada y cinco de salida.

Modelo con DEA BCC

Tabla A2.9. Salida modelo DEA BCC: 3 entradas y 5 salidas.

No. DMU	Nombre DMU	Eficiencia
1	UAQ	1
2	UTEQ	1
3	UTC	1
4	UTSJR	1
5	UPQ	1
6	UPSRJ	1
7	UNAQ	0.4747
8	CBENEQ	0.68992
9	ENSQ	1
10	UPN	1

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

En este modelo se observa que las únicas IES no eficientes son la UNAQ y la CBENEQ. En este caso la eficiencia de la UNAQ es sólo de 47%, es decir, es 52% ineficiente. La eficiencia de la CBENEQ es de 68% por lo tanto, es 31% ineficiente.

La tabla 30 muestra los valores faltantes (slacks) de las variables de salida. Donde se observan los valores faltantes de las dos IES que son ineficientes. Por ejemplo, la UNAQ debe aumentar en 365 unidades el egreso, en 88 el ingreso, 6 los programas educativos y en 3 unidades

los programas educativos de calidad para ser eficientes. Por otro lado, la CBENEQ debe aumentar en 1,384 la matrícula, en 1,450 unidades el egreso, 419 unidades el ingreso, y 21 unidades los programas educativos de calidad para que estas dos IES sean eficientes, además de disminuir los valores de entrada (tabla A2.10).

Tabla A2.10. Faltante (slack) del modelo 1 con DEA BCC para 10 DMUs.

	MAT	EGR	ING	PE	PECal
UAQ	0	0	0	0	0
UTEQ	0	0	0	0	0
UTC	0	0	0	0	0
UTSJR	0	0	0	0	0
UPQ	0	0	0	0	0
UPSRJ	0	0	0	0	0
UNAQ	0	365.86	88.29	6.93	3.32
CBENEQ	1,384	1,450	419	0	21
ENSQ	0	0	0	0	0
UPN	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

La tabla A2.11 muestra los excedentes de las variables de entrada, estos valores son los que se deben reducir para que las IES sean eficientes. Por ejemplo, la UNAQ debe reducir en 3,860,803 el presupuesto, además se debe reducir el número de personal administrativo en 14 unidades. Por otro lado, la CBENEQ debe disminuir en 17,319,303 pesos el presupuesto, además, en 20 unidades al personal administrativo.

Tabla A2.11. Valores de entrada que se les debe asignar para alcanzar la eficiencia.

	PRE	PRO	ADM
UAQ	0	0	0
UTEQ	0	0	0
UTC	0	0	0
UTSJR	0	0	0
UPQ	0	0	0
UPSRJ	0	0	0
UNAQ	3,860,803.95	0	14.55

CBENEQ	17,319,303.25	20.91	0
ENSQ	0	0	0
UPN	0	0	0

Fuente: elaboración propia con DEA Solver.

Considerando estos resultados faltantes y excedentes, se sugiere ajustar las variables de entrada (para las IES con menor desempeño se sugiere minimizar el recurso, y las eficientes mantenerlo), o buscar la eficiencia a través de lograr las metas (objetivos de variables de salida). Para ello, la tabla A2.12 muestra los valores objetivos de las variables de salida, para que las DMUs alcancen la frontera de eficiencia.

Tabla A2.12. Objetivos de las variables de salida para que las DMUs alcancen la eficiencia.

	MAT	EGR	ING	PE	PECal
UAQ	33,642	6,017	8,369	231	74
UTEQ	6,054	2,906	1,600	35	13
UTC	452	194	174	7	0
UTSJR	3,255	1,791	982	40	21
UPQ	3,961	579	1,217	13	7
UPSRJ	1,559	176	488	6	5
UNAQ	1,296	674.86	417.29	16.93	6.32
CBENEQ	3,255	1,791	982	40	21
ENSQ	199	81	51	12	0
UPN	1,422	193	511	7	0

Fuente: elaboración propia con DEA Solver

Se observan las metas a las que las dos DMUs no eficientes deben alcanzar para ser eficientes (alcanzar la frontera de eficiencia). En este caso solamente se observan cambios en la UNAQ y la CBENEQ, las cuales resultaron no eficientes. Los valores en color azul muestran los que deben alcanzar las IES para ser eficientes. Aunque ninguna de las dos IES necesita modificaciones en la variable de matrícula, y la CBENEQ, tampoco, sufre cambios en la variable de programas educativos.

Anexo 3. Datos del presupuesto estatal histórico

IES	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
UAQ	\$ 333,729,357	\$ 357,090,412	\$ 374,230,752	\$ 405,942,290	\$ 429,081,000	\$ 453,538,617	\$ 500,253,095
UTEQ	\$ 81,766,368	\$ 89,454,686	\$ 99,927,420	\$ 107,806,041	\$ 118,183,650	\$ 125,143,200	\$ 137,507,487
UTC	NA	NA	NA	\$ 7,500,000	\$ 9,069,673	\$ 9,700,000	\$ 12,391,316
UTSJR	\$ 39,383,897	\$ 42,902,847	\$ 48,312,084	\$ 51,897,689	\$ 58,883,844	\$ 62,200,050	\$ 69,672,587
UPQ	\$ 13,036,649	\$ 16,203,000	\$ 17,337,210	\$ 19,372,500	\$ 25,116,947	\$ 24,970,000	\$ 31,853,608
UPSRJ	NA	NA	NA	\$ 9,000,000	\$ 7,562,769	\$ 11,769,150	\$ 14,657,827
UNAQ	\$ 58,499,512	\$ 58,499,512	\$ 61,424,488	\$ 58,499,512	\$ 61,766,559	\$ 58,499,512	\$ 65,791,768
CBENEQ	\$ 87,915,147	\$ 93,806,856	\$ 98,373,336	\$ 106,705,270	\$ 122,146,606	\$ 136,786,502	\$ 151,770,250
ENSQ	\$ 2,866,500	\$ 3,009,825	\$ 3,160,000	\$ 3,160,000	\$ 3,318,000	\$ 3,318,000	\$ 3,318,000
UPN	\$ 6,693,750	\$ 6,910,325	\$ 7,657,142	\$ 8,039,999	\$ 9,244,063	\$ 11,983,520	\$ 6,846,718

Continuación tabla Presupuesto estatal histórico

IES	2016	2017	2018	2019	2020	2021
UAQ	\$ 515,953,095	\$ 557,837,800	\$ 613,621,580	\$ 674,983,738	\$ 742,482,112	\$ 827,730,323
UTEQ	\$ 127,881,963	\$ 137,788,515	\$ 155,685,292	\$ 183,490,722	\$ 199,289,883	\$ 206,573,159
UTC	\$ 10,886,969	\$ 11,579,810	\$ 12,759,630	\$ 13,667,111	\$ 14,493,002	\$ 14,945,390
UTSJR	\$ 64,099,991	\$ 69,122,885	\$ 78,054,985	\$ 93,115,013	\$ 96,978,294	\$ 99,366,053
UPQ	\$ 27,140,124	\$ 29,018,874	\$ 29,913,349	\$ 33,270,072	\$ 34,256,590	\$ 35,242,248
UPSRJ	\$ 11,631,836	\$ 13,023,870	\$ 14,663,277	\$ 20,072,420	\$ 20,975,679	\$ 21,609,680
UNAQ	\$ 59,415,160	\$ 63,191,610	\$ 64,440,174	\$ 87,530,472	\$ 91,469,343	\$ 93,163,336
CBENEQ	\$ 139,483,336	\$ 140,973,769	\$ 154,621,370	\$ 160,614,630	\$ 164,202,149	\$ 169,128,213
ENSQ	\$ 3,050,531	\$ 3,160,337	\$ 4,142,734	\$ 4,679,139	\$ 4,979,446	\$ 5,128,830
UPN	\$ 5,876,700	\$ 6,348,742	\$ 6,783,466	\$ 7,539,258	\$ 8,023,128	\$ 8,263,822

Anexo 4. Datos de matrícula histórica.

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
UAQ	15366	16791	17315	18081	20515	21176
UTEQ	4379	4455	4789	5213	5563	5671

UTC	NA	124	334	491	417	576
UTSJR	2257	2252	2348	2585	2831	3181
UPQ	980	1286	1575	1835	2266	2890
UPSRJ	NA	184	516	724	916	1240
UNAQ	319	552	701	844	1097	1116
CBENEQ	1709	1873	1712	1653	1610	1429
ENSQ	193	181	136	132	114	75
UPN	1124	1219	1197	1193	1181	1172

Continuación tabla matrícula histórica.

	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
UAQ	21812	22595	23072	23965	25470
UTEQ	5807	6456	6064	6136	6054
UTC	637	559	506	488	452
UTSJR	3222	3312	3249	3072	3255
UPQ	2991	3298	3419	3666	3961
UPSRJ	1293	1563	1477	1463	1559
UNAQ	1345	1636	1623	1414	1296
CBENEQ	1502	1627	1531	1716	1871
ENSQ	43	54	202	251	199
UPN	1066	1121	1049	1163	1422

Anexo 5. Datos de egresados históricos.

	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
UAQ	3978	3846	3767	4069	3815
UTEQ	2557	2524	2878	2705	2906
UTC	122	206	195	175	194
UTSJR	1270	1379	1414	1381	1791
UPQ	300	394	481	573	579
UPSRJ	132	134	149	195	176
UNAQ	72	216	301	388	309
CBENEQ	305	403	495	389	341
ENSQ	41	59	26	52	81
UPN	357	349	179	191	193

Anexo 6. Datos de profesores histórico.

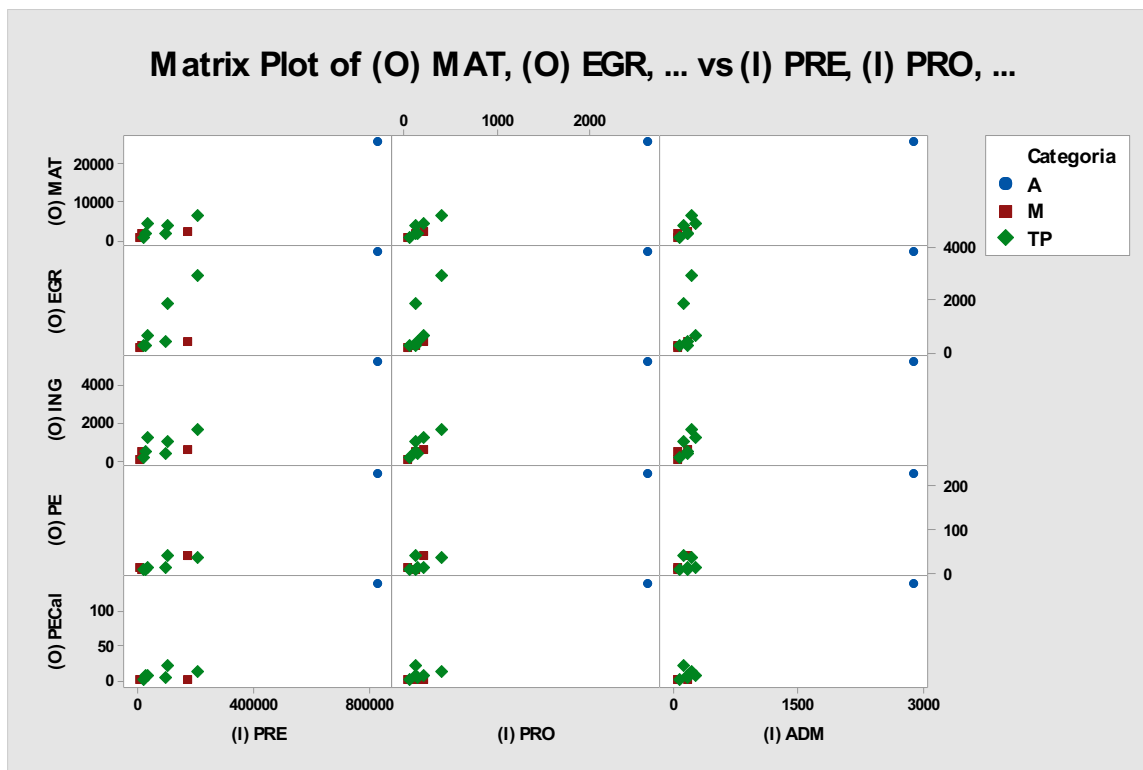
	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
UAQ	2440	2562	2561	2422	2480	2535	2559	2616

UTEQ	377	387	406	369	398	383	409	400
UTC	34	40	41	35	43	33	37	34
UTSJR	161	175	183	156	150	150	124	115
UPQ	141	179	178	219	252	204	145	196
UPSRJ	47	80	77	77	106	119	147	115
UNAQ	82	96	106	104	109	120	119	123
CBENEQ	240	167	188	171	163	179	169	197
ENSQ	31	35	19	16	15	21	19	27
UPN	71	71	92	101	101	101	101	101

Anexo 7. Datos de alumnos de nuevo ingreso histórico.

	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2018-2019	2019-2020	2020-2021
UAQ	6385	6331	5583	4274	4412	4862	5185
UTEQ	2160	2216	1988	1611	1600	1587	1600
UTC	297	240	324	323	234	311	174
UTSJR	981	1073	1017	938	1085	1050	982
UPQ	810	961	1177	1028	1099	1189	1217
UPSRJ	353	364	721	474	318	411	488
UNAQ	541	648	665	456	363	329	329
CBENEQ	454	426	476	459	401	599	563
ENSQ	24	58	44	0	41	68	51
UPN	411	310	288	263	360	492	511

Anexo 8. Gráficas de dispersión de las variables.



Fuente: elaboración con Minitab.

Anexo 9. Indicadores calculados de la tabla 16.

	CpA	ReFin	ReAdm	A/P	PEgr	Ping	CalAca
UAQ	\$ 32,498.25	73.08%	1.09	9.73	14.98%	20.36%	61.04%
UTEQ	\$ 34,121.76	86.56%	0.45	15.13	48.00%	26.43%	37.14%
UTC	\$ 33,065.02	91.74%	1.17	13.29	42.92%	38.50%	0.000%
UTSJR	\$ 30,527.21	90.18%	0.77	28.30	55.02%	30.17%	52.50%
UPQ	\$ 8,897.31	87.49%	1.17	20.20	14.62%	30.72%	53.85%
UPSRJ	\$ 13,861.24	87.56%	1.26	13.55	11.29%	31.30%	83.33%
UNAQ	\$ 71,885.29	87.92%	1.18	10.53	23.84%	25.39%	30.00%
CBENEQ	\$ 90,394.56	86.24%	0.65	9.49	18.23%	30.09%	0.00%
ENSQ	\$ 25,773.02	86.24%	0.74	7.37	40.70%	25.63%	0.00%
UPN	\$ 5,811.41	85.36%	0.28	14.07	13.57%	35.94%	0.00%

Anexo 10. Modelo (1 entrada-7 salidas) utilizando DEA CCR para 6 IES (del mismo subsistema).

Modelo DEA CCR aplicado solamente a IES pertenecientes al subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas.

Como se dijo anteriormente, este modelo no considera las diferencias entre las DMUs, es decir, que las IES deben contar con una dimensión o escala parecida, que no haya grandes diferencias entre IES. Es por ello que se aplicó el modelo solamente a Universidades Tecnológicas y Politécnicas. La tabla A10.1 muestra los valores de eficiencia, donde se observa que la UTC, UTSJR, UPQ y UPSRJ se encuentran en la frontera de eficiencia. Se sugiere que la UTEQ se le disminuya el presupuesto en 9.54% y la UNAQ en 61%

Tabla A10.1. Salida modelo DEA: 1 entrada y 7 salidas para UTyP.

No. DMU	Nombre DMU	Eficiencia
1	UTEQ	0.90455
2	UTC	1
3	UTSJR	1
4	UPQ	1
5	UPSRJ	1
6	UNAQ	0.38963

Fuente: elaboración propia con software DEA Solver.

Esto quiere decir que la UTEQ cuenta con una eficiencia técnica de 0.904 por lo que la variable de entrada (presupuesto) se encuentra excedida, ya que no llega a los niveles de eficiencia de las DMUs que se encuentran en la frontera de eficiencia. Es decir, la UTEQ no hace uso eficiente del presupuesto (variable de entrada) para obtener las salidas que las demás DMUs generan. También se puede decir que es 9.54% ineficiente.

Igualmente se puede observar a través del cociente

$$\frac{1}{0.904} = 1.05$$

lo que quiere decir que se pueden expandir las salidas en 1.05 veces de lo que ahorita se produce, considerando la eficiencia de las DMUs que se encuentran en la frontera de eficiencia.

El caso de la UNAQ es más pronunciado, ya que su eficiencia técnica es de 0.38 por lo que la variable de presupuesto se encuentra excedida, sin llegar a los niveles de eficiencia de las demás DMUs. Entonces se puede decir que la UNAQ es 62% ineficiente.

Para considerar las 10 IES, y que no afecte la escala o dimensión de las instituciones, se corre el modelo utilizando el método DEA BCC.

Anexo 11. Artículos SCOPUS de la UAQ.

Nombre de institución:	Universidad Autónoma de Querétaro
ID de afiliación de Scopus:	60020052
Documentos, solamente afiliados	4872
Autores	2387

Fuente: SCOPUS, recuperado de: <https://www.scopus.com/affil/profile.uri?afid=60020052> el 27 de abril de 2022

Anexo 12. Modelo BCC integrando a una Universidad ejemplar.