

# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN EDUCACIÓN SUPERIOR  
EN EL PERIODO 2014-2016: EVIDENCIA EMPÍRICA DE LA  
EFICIENCIA DE LAS CARRERAS DE MEDICINA Y  
ODONTOLOGÍA EN ECUADOR

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

ARTÍCULO ACADÉMICO

WILLIAM ENRIQUE ECHEVERRÍA TIGSE

[willecheverriat@gmail.com](mailto:willecheverriat@gmail.com)

CRISTHIAN PATRICIO ROSALES CASTILLO

[patocr1@hotmail.com](mailto:patocr1@hotmail.com)

DIRECTOR: MAT. HOLGER ANÍBAL CAPA SANTOS, PhD.

[holger.capa@epn.edu.ec](mailto:holger.capa@epn.edu.ec)

Quito, julio de 2018

## **Declaración**

Nosotros, William Enrique Echeverría Tigse y Cristhian Patricio Rosales Castillo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**William Enrique Echeverría Tigse**

---

**Cristhian Patricio Rosales Castillo**

## **Certificación**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por William Enrique Echeverría Tigse y Cristhian Patricio Rosales Castillo, bajo mi supervisión y tutoría.

---

**Mat. Holger Aníbal Capa Santos, PhD.**



## **Agradecimiento**

Mientras escribo estas palabras y pienso en cómo expresar la gratitud que me llena, me parece comprender con una claridad bienhallada, que no sólo debiera referirme a este trabajo en particular, sino a mis años en la universidad, en mi querida “poli”. Trayendo de vuelta los momentos duraderos, entre la saudade y los pensamientos florecidos, me dispongo a cerrar esta etapa valiosa y entrañable.

Gracias mamá, por tanto y por todo. Gracias a la vida por esta gratitud. Son sus sacrificios, sus palabras sabias y tiernas, su ejemplo incansable, su bondad, su amor y tantos misterios que no se si algún día alcance a entender, la esencia de cualquiera de mis intentos, ideales y demás valentías. Creo que, si fuese posible que cada día multiplique sucesivamente mi gratitud por un número positivo lo suficientemente grande, no alcanzaría a pagar tanto amor y paciencia en los años en que transcurran mi vida.

Junto a ella, mi papá y mi hermano hemos sido realmente afortunados. Y para mí, desde luego ustedes, Willian y Anthony, han sido los determinantes de mis perseverancias y mis luchas. Ninguna distancia ni el inexorable tiempo han vencido sus gestos amables, sus esfuerzos, su apoyo invaluable. Como suelo decir, mis virtudes me las sembraron en casa.

Entre las experiencias que guardaré siempre están los amigos que hice, la gente que conocí, los profesores de los que pude aprender, la gente a la que pude tener como compañera, como cercana. Quisiera nombrarles a todos para que sepan la alegría que tengo de agradecerles. Confío en que si algún día leen estas líneas sabrán que me estoy refiriendo a ustedes. A quienes me encontré en el camino y compartimos la jornada mientras avanzábamos y a quienes apoyaron cada proyecto en la Asociación de Estudiantes, el Club de Economía, el programa de radio Universos Paralelos y el Comité de Facultades.

Hace un par de semanas el Consejo Politécnico aprobó la creación del departamento de Economía. Sin lugar a duda, muchas gracias a las y los profesores que fueron sus artífices y hasta salieron a marchar con nosotros por conseguir este importante espacio de investigación.

Y es precisamente uno de los principales precursores de que se haya creado la carrera, con quien afortunadamente tuvimos la oportunidad de trabajar en esta investigación. Sus consejos, atenciones y el gran apoyo que nos ha brindado, han sido como una mano paterna y amiga. Siempre gracias Dr. Capa.

Gracias a Johanna y Daniel por todo su apoyo y cariño.

Finalmente, pero no menos importante, gracias a Cristhian por su amistad, su compañerismo, por la conjunción de ideales y sueños.

Con cariño infinito, William.

## Agradecimiento

A mi madre, padre y hermano, por ser la base fundamental de mi vida, un ejemplo constante de amor, unidad, entrega e incondicionalidad. “Los cuatro, siempre estaremos juntos”.

A Cris, mi esposa, amiga y compañera. A momentos, mi contradicción y duda. Seguramente, una de las personas que más confía en mí y en lo que puedo hacer. Un amor verdadero y sobre todo libertad y “comprensión” de mi mundo, su mundo y nuestro mundo.

A mis abuelitas, porque sin ellas, mi vida y mi mundo serían radicalmente distintos en este momento.

A mis amigos y amigas, que hicieron de la universidad y hacen de la vida una experiencia inolvidable. Sin ellos, no habría tantas alegrías, vergüenzas, locuras y fortalezas. Una familia más sin lugar a duda.

A la Escuela Politécnica Nacional y sus profesores, quienes permitieron la consecución de este camino y compartieron su conocimiento y experiencia.

Al Dr. Holger Capa, un apoyo incondicional en este proceso, que sobrepaso en gran medida lo académico. Sin él, este trabajo era simplemente imposible de lograr.

A Will, mi compañero de tesis, amigo y hermano. Gracias por todo, por siempre estar y la paciencia. Cada día aprendo mucho de tu amistad.

A todo, todas y todos, quienes me enseñaron a luchar, a reír, llorar, soñar, disfrutar y aprender de los errores y las “derrotas”. A tener una mayor conciencia social. Al trabajo y las oportunidades, a las manos que siempre se extienden.

A todos quienes directa o indirectamente, trabajan y luchan cada día para sostener este sistema y sociedad; para que nosotros podamos estudiar. Les debemos todo nuestro trabajo, convicción y fuerzas, por un mundo con mayor justicia y equidad, donde las personas puedan ser más libres y tengan iguales oportunidades.

Cristhian

## **Dedicatoria**

*A mi mamá, Myrian, por inspirarme a creer en un mundo más justo y feliz.  
¡Hasta la victoria siempre!*

*William*

## Dedicatoria

A “mi” Sofy, el “amor de mi vida”. El “acontecimiento” más bonito que ha existido. Por ti, vivir y soñar tiene un nuevo sentido. “Me abrazas y me descongelas, y me haces sentir como un globo que vuela”.

A Cris, por sostenerme en cada momento de este proceso, por su inmenso amor.

A mi mamá, por dar toda su vida por dos hombres que a veces no saben dimensionar tanto amor. Por hacer de mis sueños los suyos. Este trabajo es tuyo y por ti.

A mi papá por su “amor de madre”, por confiar en mí, incluso sobre mí mismo. Por luchar por mis sueños y felicidad. Por enseñarme y entenderme. Te extraño siempre, te amo mucho. Cada paso se logró por tu amor.

A mis Marcelos, mi hermano y mi sobrino, parte fundamental de mi todo. Este logro es nuestro, mi compañero eterno.

A todas y todos que cada día nos enseñan detalles de la vida que nos dan esperanza y alegría. A quienes le dan contenido y nos demuestran que vale la pena luchar. A quienes con sus manos nos sostienen.

*Cristhian*



# Índice General

Lista de tablas .....	ix
Lista de figuras.....	xi
Lista de gráficos.....	xi
Resumen.....	xiii
Abstract .....	xv
Introducción.....	1
Capítulo I.....	5
1. Economía de la educación.....	5
1.1 Teoría del capital humano.....	6
1.2 Enfoque de capacidades.....	7
1.3 Funciones de producción educativa.....	11
Capítulo II.....	17
2. Análisis de eficiencia en estudios de la educación superior.....	17
2.1 Sistemas de educación superior de países desarrollados.....	18
2.1.1 Instituciones de educación superior .....	20
2.1.2 Departamentos o unidades académicas.....	21
2.2 Sistemas de educación superior emergentes.....	22
2.2.1 Estudios en el contexto Latinoamericano .....	22
Capítulo III .....	26
3. El sistema de educación superior en Ecuador.....	26
3.1 Las carreras de la salud en el sistema de educación superior ecuatoriano ...	29
3.2 Evaluación de la calidad educativa de medicina y odontología.....	30
3.3 Habilitación profesional de medicina y odontología.....	33
3.4 Datos de estudiantes y carreras .....	35
Capítulo IV.....	36
4. Análisis envolvente de datos (DEA).....	36
4.1 Introducción.....	36
4.2 Frontera de eficiencia .....	39
4.3 Formulación del DEA – Modelos de Charnes, Cooper y Rhodes (CCR – RCE) y de Banker, Charnes y Cooper (BCC – RVE).....	41
4.4 DEA con insumos no discrecionales o exógenos .....	45
4.4.1 DEA en dos etapas .....	45
4.5 Otros modelos DEA: Modelo Simar – Wilson .....	47
4.6 Orientación del Análisis Envolvente de Datos .....	48
4.7 Rendimientos constantes y variables a escala.....	49
Capítulo V.....	51

5. Modelos de análisis de eficiencia .....	51
5.1 Modelos propuestos para analizar la eficiencia .....	51
5.1.1 Modelo 1: Eficiencia global .....	54
5.1.2 Modelo 2: Eficiencia en procesos educativos .....	55
5.1.3 Modelo 3: Eficiencia en la investigación .....	55
5.1.4 Modelo 4: Eficiencia en la habilitación profesional.....	56
Capítulo VI .....	57
6. Análisis y resultados .....	57
6.1 Eficiencia de las carreras de medicina.....	57
6.1.1 Eficiencia con orientación a los insumos .....	59
6.1.2 Eficiencia con orientación a los resultados.....	71
6.2 Eficiencia de las carreras de odontología.....	81
6.2.1 Eficiencia con orientación a los insumos .....	82
6.2.2 Eficiencia con orientación a los resultados.....	91
Capítulo VII .....	99
7. Discusión .....	99
Referencias bibliográficas .....	103
Anexo 1: Modelos de eficiencia de las carreras de medicina .....	109
Modelos de eficiencia con orientación a los insumos.....	109
Modelos de eficiencia con orientación a los resultados .....	117
Anexo 2: Modelos de eficiencia de las carreras de odontología.....	123
Modelos de eficiencia con orientación a los insumos.....	123
Modelos de eficiencia con orientación a los resultados .....	131
Anexo 3: Artículo académico .....	138

## Lista de tablas

<i>Tabla 1: Variables usadas por algunos autores en análisis de eficiencia en estudios de educación superior en contextos desarrollados</i>	19
<i>Tabla 2: Variables utilizadas por algunos autores en análisis de eficiencia en estudios de educación superior en contextos en desarrollo (continúa en la siguiente página)</i>	24
<i>Tabla 3: Universidades por tipo de financiamiento desde 2013</i>	27
<i>Tabla 4: Carreras del campo amplio de “Salud y bienestar”</i>	29
<i>Tabla 5: Resumen de los modelos de entorno de aprendizaje de carreras por criterio</i>	31
<i>Tabla 6: Resumen de las carreras de medicina y odontología que fueron evaluadas.</i>	32
<i>Tabla 7: Resumen de evaluación de resultados de aprendizaje por carrera y convocatoria</i>	34
<i>Tabla 8: Modelo DEA - CCR</i>	44
<i>Tabla 9: Variables utilizadas en los Modelos propuestos (continúa en la siguiente página)</i>	53
<i>Tabla 10: Modelo de eficiencia global</i>	55
<i>Tabla 11: Modelo de eficiencia en procesos educativos</i>	55
<i>Tabla 12: Modelo de eficiencia en investigación</i>	56
<i>Tabla 13: Modelo de eficiencia en habilitación para el ejercicio profesional</i>	56
<i>Tabla 14: Estadísticas de indicadores utilizados en Modelos de Eficiencia de las carreras de medicina</i>	58
<i>Tabla 15: Correlación entre la eficiencia de los Modelos con rendimientos constantes a escala y el tamaño de las carreras de medicina.</i>	59
<i>Tabla 16: Resultados de los modelos de eficiencia con rendimientos variables a escala y orientación a los insumos de las carreras de medicina (continúa en la siguiente página)</i>	60
<i>Tabla 17: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia global con orientación a los insumos de las carreras de medicina (continúa en la siguiente página)</i>	63
<i>Tabla 18: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los insumos de las carreras de medicina. Parte 1</i>	66
<i>Tabla 19: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los insumos de las carreras de medicina. Parte 2</i>	67
<i>Tabla 20: Estadísticas básicas de medicina sobre variables no discrecionales.</i>	70
<i>Tabla 21: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global en medicina.</i>	71
<i>Tabla 22: Resultados de los modelos de eficiencia con rendimientos variables a escala y orientación a los resultados de las carreras de medicina</i>	72
<i>Tabla 23: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina (continúa en la siguiente página)</i>	75
<i>Tabla 24: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina. Parte 1</i>	78
<i>Tabla 25: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina. Parte 2</i>	79
<i>Tabla 26: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global en medicina.</i>	80
<i>Tabla 27: Estadísticas de variables empleadas en los Modelos propuestos de odontología</i>	81
<i>Tabla 28: Correlación entre resultados de modelos con CRS y el tamaño de las carreras</i>	82

<i>Tabla 29: Modelos de eficiencia con orientación a los insumos .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 30: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo global de las carreras de odontología .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 31: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 1 .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 32: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 2 .....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 33: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global de las carreras de odontología.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 34: Modelos de eficiencia de las carreras de odontología con orientación a los resultados.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 35: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo global.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 36: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global) – Parte 1 .....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 37: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 2 .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 38: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global de las carreras de odontología.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 39: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en procesos educativos .....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 40: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en investigación.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 41: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en habilitación profesional .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 42: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de medicina.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 43: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en investigación de las carreras de medicina.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 44: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de medicina .....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 45: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 46: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en investigación.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 47: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 48: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en procesos educativos .....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 49: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en habilitación profesional .....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 50: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de medicina.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 51: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de medicina .....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 52: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 53: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 54: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en procesos educativos.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 55: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en investigación.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 56: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en habilitación profesional .</i>	<i>125</i>

<i>Tabla 57: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de odontología.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 58: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en investigación de las carreras de odontología .....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 59: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de odontología.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 60: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos ....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 61: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en investigación.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 62: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 63: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en procesos educativos.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 64: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en habilitación profesional .</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 65: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de odontología.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 66: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de odontología.....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 67: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos ....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 68: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional</i>	<i>137</i>

## Lista de figuras

<i>Figura 1: Frontera de eficiencia. ....</i>	<i>40</i>
---	-----------

## Lista de gráficos

<i>Gráfico 1: Oferta académica vigente del sistema por campo amplio .....</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 2: Histograma por el número de carreras del campo amplio “Salud y bienestar” .....</i>	<i>29</i>



## Resumen

El presente trabajo analiza la eficiencia relativa de las carreras de medicina y odontología en Ecuador, considerando datos provenientes de los procesos de evaluación y acreditación de estas carreras en los años 2014 al 2016, provistos por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior - Ceaaces. Se utiliza para el efecto, un método de análisis no paramétrico denominado Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas en inglés), que permite medir la eficiencia de Unidades de Decisión (*Decision Making Units* o DMUs) en el uso de insumos – *inputs* y/o en la producción de resultados – *outputs*. En este caso, se analizan los resultados de cada carrera en términos de su producción científica, tasas de eficiencia académica y porcentaje de estudiantes que aprueban exámenes estandarizados para habilitarse profesionalmente; con relación a la cantidad de alumnos y profesores que posee. La relación conceptual entre los insumos y resultados se construye a partir de una función de producción educativa que considera a factores discrecionales, es decir aquellos en los que las carreras pueden influir, tales como personal académico y estudiantes; y además factores no discrecionales del contexto socioeconómico de las carreras y sus estudiantes. Para analizar la influencia de estos últimos en la eficiencia de cada carrera, se considera un modelo “clásico” de función de producción educativa, a través de la estimación de un modelo paramétrico de regresión truncada. Se presentan cuatro modelos de la medición de la eficiencia: i) global ii) en procesos educativos, iii) en investigación, y iv) habilitación profesional.

Hasta donde sabemos, este es un trabajo pionero en la aplicación de la metodología DEA en estudios de educación superior en Ecuador, por lo que esperamos que abra las posibilidades de utilizar esta metodología en estudios e investigaciones posteriores.

**Palabras clave:** eficiencia técnica, eficiencia de escala, desempeño de universidades, análisis envolvente de datos.





## Abstract

This work analyzes the relative efficiency of Medical and Dentistry academic programs in Ecuador, considering data from accreditation process of these programs during period 2014 to 2016, provided by the National Council of Evaluation, Assurance and Accreditation of Higher Education, called Ceaaces in Spanish. A nonparametric analysis method called Data Envelopment Analysis - DEA is used for this purpose, which allows to measure the efficiency of Decision Making Units - DMUs in the use of inputs and / or in the production of outputs. In this case, the results of each career are analyzed in terms of their scientific production, academic efficiency rates and the percentage of students who approve standardized tests in order to professional habilitation (entitled as EHEP in Ecuador); in relation to the number of students and faculty in each one. The conceptual relationship between inputs and outputs come from an educational production function with discretionary and non-discretionary factors, namely factors that careers could influence as academic staff and students; and factors from socioeconomic background of students, respectively. To analyze the influence of non-discretionary factors on each efficiency's career, we consider a classic model of educational production function through the estimation of a truncated regression model. We propose four models for efficiency measure: i) overall, ii) educational process, iii) research, and iv) professional habilitation.

As far as we know, this is the very first study of efficiency in higher education with application of DEA in Ecuador, so we hope this introduced this methodology for new studies and scientific research.

**Keys words:** technical efficiency, scale efficiency, university performance, data envelopment analysis.



## Introducción

En la última década, la evaluación de la calidad de la educación se ha constituido en una política importante en la garantía, el control y la promoción de la educación superior por parte de los gobiernos en muchas partes del mundo, a pesar de las diferencias en el tamaño y el estado de desarrollo de los sistemas de educación superior (Mizikaci, 2006). Organizaciones internacionales tales como la Comisión Europea (CE) o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD por sus siglas en inglés) han fortalecido sus llamados a nuevas estructuras y enfoques para la evaluación y aseguramiento de la calidad de la educación superior (El-Khawas, 1998 citado por Mizikaci, 2006).

Por un lado, los Estados de los países invierten más en educación superior para acelerar las transformaciones económicas, estableciendo relaciones con la industria y las empresas, que permitan su inmersión y profundización en la economía del conocimiento (Olssen & Peters, 2005). Por otro, las crisis fiscales en los Estados y los resultantes recortes presupuestarios han posibilitado una tendencia importante a incentivar la inversión privada en el sector de la educación superior, lo que, como menciona Alcántara (2006, pág. S/N) "...ha provocado, entre otras cosas, la desregulación en las condiciones de trabajo, restricciones en la matrícula, crecimiento de instituciones privadas, actividades empresariales del profesorado, ligas con el sector de negocios y aumento o introducción de cuotas en los usuarios".

Estas transformaciones en el paradigma del papel de los sistemas de educación superior y la influencia de los procesos de evaluación y acreditación de la calidad han afectado el qué hacer de las universidades y otras instituciones de educación superior. Al respecto, Olssen y Peters (2005) consideran que:

Las universidades han reemplazado la abierta cultura de investigación intelectual y debate por un estrés institucional en mejorar su desempeño, como evidencia de la emergencia del énfasis en medir sus resultados en: planificación estratégica, indicadores de desempeño, medidas de aseguramiento de la calidad y auditorías académicas (pág. 313).

En este contexto, la investigación en educación superior ha crecido de manera importante en los últimos años, considerando diferentes enfoques (Paulsen, 2008) aunque considerablemente en el análisis de las políticas educativas, un área interesante

de investigación multidisciplinar, en donde la economía tiene un gran potencial para contribuir a entender la educación superior e informar la construcción de la política pública (Paulsen & Toutkoushian, 2008).

De acuerdo con Ho Dey y Higson (2006), los estudios sobre educación superior se pueden dividir en cuatro grandes áreas: i) la asignación de recursos; ii) la medición del desempeño; iii) la elaboración de presupuestos; y, iv) la planificación de actividades académicas. En general, el segundo grupo, es decir, los estudios enfocados en el análisis de eficiencia de las instituciones de educación superior ocupan una parte importante de la literatura empírica; ampliamente en contextos de países desarrollados (Johnes, 2008; Thanassoulis, Kortelainen, Johnes, & Johnes, 2011; Johnes & Johnes, 2013; Thanassoulis, y otros, 2016).

Es así como los procesos de acreditación de la calidad de la educación superior, enmarcados en los esfuerzos por mejorar la calidad y evaluar la eficiencia de las instituciones que operan en los sistemas de cada país, han permitido la generación de información importante sobre las características de las universidades, sus carreras y programas de posgrado, como se ha mencionado, principalmente en países desarrollados. Esto debido a que, en estos contextos, lo importante no es únicamente la consideración de costo-eficiencia a través de los recursos que reciben las instituciones de educación superior; sino que, considerando las características del sector educativo (tales como, que no tienen fines de lucro, la ausencia de precios en insumos y resultados, y la estructura múltiples insumos - múltiples resultados), se ha requerido el desarrollo de marcos conceptuales y metodológicos más complejos para poder capturar la naturaleza de sus relaciones y, de esta manera, generar análisis adecuados de la eficiencia (Johnes, 2006).

No obstante, los estudios sobre la eficiencia de la educación superior en contextos de países con sistemas educativos emergentes son escasos (Taylor & Harris, 2004; Quesada, Blanco, & Maza, 2010; Ramírez & Alfaro, 2013; Melo, Ramos, & Hernández, 2014), pese a la expansión de los recursos asignados a educación superior en diferentes sistemas educativos en el mundo y considerando que las instituciones de educación superior "...se hallan bajo importantes presiones para que sean más productivas, en cantidad y calidad, disponiendo de los mismos recursos o, incluso, con menos..." (Alcántara, 2006, pág. 3).

Varios países del contexto latinoamericano han posicionado durante los últimos años las políticas en formación de talento humano y mejoramiento de la calidad de la

educación, como una parte importante del gasto social (principalmente países con gobiernos denominados “progresistas”, tales como Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, entre otros). En particular, Ecuador, un país de renta media e índice de desarrollo humano medio alto, alcanzó el mayor incremento en los recursos destinados para América Latina, pasando de invertir el 0,7 % del PIB en educación superior en 2006 al 2,12 % en 2014 (Ramírez R. , 2016). Además, de acuerdo con Ramírez y Minteguiada (2010), las reformas en el marco normativo de la educación superior, entre las que destaca la determinación de la evaluación obligatoria de la calidad de la educación superior (Ley Orgánica de Educación Superior – LOES, 2010), han posibilitado cambios importantes en el sistema que aún no han sido estudiados por completo y con profundidad.

La presente investigación propone un estudio exploratorio de la eficiencia técnica de dos carreras evaluadas por el Ceaaces y consideradas como carreras de interés público para el país: medicina y odontología. Es fundamental considerar que la calidad educativa sobrepasa la concepción de la eficiencia técnica empleada aquí, y que por tanto, está fuera del alcance de este estudio. En el primer capítulo se introduce de manera general, el marco teórico de dos de los enfoques principales en estudios de la Economía de la Educación: i) la teoría del capital humano, y ii) el enfoque de capacidades; además, se explica el paradigma dominante en este tipo de estudios (la función de producción educativa), desde un enfoque teórico. En el segundo capítulo se presenta una revisión empírica de los estudios de la eficiencia técnica en contextos de países desarrollados y en sistemas de educación emergentes. Se abre la posibilidad así, de evidenciar que dos de los métodos dominantes para el estudio de la eficiencia técnica son el análisis envolvente de datos (DEA por sus siglas en inglés) y la frontera de producción estocástica. En el capítulo tres, se describe brevemente el estado actual del sistema de educación superior ecuatoriano, haciendo énfasis en las fuentes de información para esta investigación, en particular, de los procesos de evaluación externa y acreditación de la calidad de carreras en Ecuador, provistos por el Ceaaces. En el cuarto capítulo se desarrolla la metodología DEA; así como, sus innovaciones más recientes en los estudios de eficiencia en educación. En el capítulo cinco se plantean los modelos de eficiencia que se proponen en el presente estudio: i) eficiencia global ii) eficiencia en procesos educativos, iii) eficiencia en investigación, y iv) eficiencia en habilitación profesional, y se argumenta sobre la orientación del análisis y el tipo de rendimientos a escala encontrados en las carreras consideradas. Finalmente en los capítulos seis y siete, respectivamente, se discuten los resultados de los modelos

propuestos y se presentan algunas conclusiones y recomendaciones para la política pública en educación superior del país.

# Capítulo I

## 1. Economía de la educación

Abordar la importancia que la educación y la producción del conocimiento ha tenido históricamente en la literatura de la economía, nos remonta a una larga tradición de autores y enfoques, casi tan antiguos como la misma disciplina. En el siglo XVII, por ejemplo, Sir William Petty (1623-1687) analizó la valoración de las vidas de los individuos en términos de sus habilidades productivas. Un siglo más tarde, Adam Smith, considerado por muchos el padre de la economía, propuso algunas concepciones sobre la organización y financiamiento de la educación.

El enfoque pionero o más formalmente reconocido es la teoría del capital humano (ver por ejemplo Becker, 1962; Mincer, 1958 y 1970; Schultz, 1961 y 1972), que planteó los primeros análisis sobre los retornos de la educación, y posteriormente decantó en numerosas aplicaciones sobre economía de la educación y economía laboral (Hanushek & Welch, 2006).

Más recientemente, el enfoque de las capacidades<sup>1</sup> (Sen A. , 1993) reconoció a la educación como una oportunidad social y una libertad instrumental fundamental, que permite expandir las capacidades de los individuos, que se traducirán en expansiones de sus libertades (o la limitación de sus privaciones), e influirán y tendrán una relación constante con otras libertades, como su habilidad para hacer uso de oportunidades económicas o la participación política y la transparencia (Dreze & Sen, 2010). Esto a su vez, tiene efecto en las implicaciones relevantes del desarrollo, visto precisamente como la ampliación de libertades reales de los individuos (funcionamientos) en la sociedad, tales como la movilidad social, la disminución de la desigualdad, y en definitiva, la justicia social (Nussbaum, 2003).

---

<sup>1</sup> Sen (1993) define una capacidad como “la habilidad de una persona para hacer actos valiosos o buscar estados valiosos de ser”. (Sen, 1993, pág. 30)

## 1.1 Teoría del capital humano

Para la teoría del capital humano la educación es una inversión, la más importante en capital humano, relacionada fuertemente con el mercado laboral y que puede tener efectos positivos en ámbitos diversos, como las relaciones interpersonales, la salud e incluso en la satisfacción personal (Hartog & Oosterbeek, 1998).

Sobre la premisa que subraya que, debido a la expansión del conocimiento científico y técnico proveniente de la educación, la productividad del trabajo y otros insumos de la producción incrementan, existe una vasta literatura que plantea los beneficios públicos y sociales de la educación, tales como el crecimiento económico (Mincer, 1984), la industrialización (Squicciarini & Voigtländer, 2015) y la innovación (Lund Vinding, 2006). Además, Nübler (2014), plantea que las estructuras de conocimiento de una economía, expresadas a través del nivel de formación de su población, determinan dinámicamente las posibles estructuras productivas futuras.

Los estudios de Mincer (1970) y Schultz (1972) se pueden considerar como un punto de partida para este enfoque. Más tarde, Becker (1994) plantea que existe una relación positiva del nivel de formación con los salarios y los niveles de productividad y, consecuentemente, con el bienestar. De los estudios realizados por los autores mencionados, el modelo teórico desarrollado por Becker permite considerar en el análisis económico, a la formación de talento humano en los procesos educativos. Para Becker (1994), el capital humano es entendido como el conjunto de habilidades, observables o no, que un trabajador pone a disposición del mercado de trabajo.

En este sentido, el enfoque del modelo propuesto por Becker establece que el capital humano tiene una relación directa con el proceso de producción, es decir, la inversión en capital humano, por adquisición de cualificaciones y experiencia (perfeccionamiento), incrementa la productividad futura de un trabajador. Sin embargo, resulta necesario considerar el costo de este incremento futuro en la productividad, mismo que se ve expresado en el tiempo y esfuerzo que el trabajador deja de ocupar para actividades explícitas del proceso de producción en la actualidad y en el costo de la enseñanza, equipos y materiales usados (Acemoglu & Autor, 2011).

Becker (1994) analiza de esta manera, la relación de equilibrio que existe en una economía, considerando a la formación de un trabajador como un aspecto fundamental en el proceso productivo. De esta forma, se representa la relación entre el salario, que permite mejorar las condiciones de bienestar de los trabajadores, la productividad marginal del trabajo, que repercute en los niveles de productividad de toda la economía;



y la inversión en capital humano, expresada, de manera general, como la formación que recibe la población en su vida académica (procesos regulares formales) y en el trabajo (capacitación y experiencia).

Existe una importante literatura empírica sobre el efecto de la formación de un individuo en su bienestar futuro y el desarrollo de una economía, de la relación existente entre la calidad educativa con estos efectos, y del impacto de diferentes programas y políticas educativas desarrolladas con la finalidad de influir sobre lo anterior. Se puede considerar como un punto de partida, los análisis realizados por Becker (1994), Mincer (1970) y Schultz (1972), en los que se plantea fundamentalmente la relación positiva del nivel de formación con los salarios y los niveles de productividad y, consecuentemente, con el bienestar.

Así también, se puede encontrar que la literatura existente muestra la existencia de un interés particular en estudios del efecto de las políticas educativas en el aprendizaje de estudiantes, sobre todo de educación básica y media; así como una multiplicación de estudios empíricos sobre el efecto de la formación de un individuo en su bienestar futuro y el desarrollo de una economía, de la relación existente entre la calidad educativa con estos efectos, y del impacto de diferentes programas y políticas educativas desarrolladas con la finalidad de influir en el bienestar y desarrollo. En particular, en la educación superior, se ha estudiado el efecto de la calidad educativa en los salarios de los profesionales, encontrando en su mayoría, una relación positiva (Holmlund, 2009). No obstante, Pop-Eleches y Urquiola (2013) plantean que los efectos de los entornos educativos son difíciles de identificar y que las cuestiones del tamaño de la muestra podrían explicar algunas de las distintas conclusiones encontradas en la literatura.

## **1.2 Enfoque de capacidades**

La importancia de complementar el marco conceptual del capital humano con el enfoque de capacidades de Sen, radica, en la necesidad de ampliar la concepción de desarrollo económico más allá del crecimiento, es decir, considerando que los individuos tengan libertades que le permitan elegir la vida que desean vivir, y considerando entre ellas a la educación, como una libertad instrumental que juega un papel trascendental.

Al respecto, Sen (1997) conecta al enfoque del capital humano con las capacidades humanas de la siguiente manera:

El primero (capital humano) se concentra en la agencia de los seres humanos – a través de las habilidades y conocimiento, así como el esfuerzo – en aumentar las

posibilidades de producción. El último (capacidad humana) se enfoca en la habilidad de los seres humanos para llevar vidas que tienen razones para valorar y para mejorar la toma de decisiones importantes que hacen. Las dos perspectivas no son iguales, pero están relacionadas debido a que ambas están preocupadas por el rol de los seres humanos, y, en particular, por las habilidades que logran y adquieren. (pág. 1959)

La teoría del capital humano se enfoca principalmente en las relaciones indirectas de las habilidades que desarrolla un individuo, como fue desarrollado en el apartado anterior<sup>2</sup>, mientras que, el enfoque de capacidades considera además del beneficio macroeconómico de una sociedad con mayor nivel de conocimiento, la disminución de las privaciones y la consecuente expansión de las capacidades (y libertades), expresada en un mayor nivel de conocimiento de los individuos para su participación en las decisiones políticas, una mejor probabilidad de participación en la vida económica de manera adecuada, entre otros. De este modo, se puede decir que el enfoque de capacidades incluye la teoría del capital humano (Sen A. , 1997).

Para Sen, las libertades son un fin y un medio en sí mismas. Es decir, el fin de una sociedad desarrollada es incrementar las libertades que un individuo tiene para decidir y elegir la vida que tiene razones para valorar<sup>3</sup>, pero al mismo tiempo la expansión de las libertades conduce a una sociedad desarrollada.

Así, las libertades de las que un individuo goza se ven limitadas cuando este último tiene privaciones. Por ejemplo, aun cuando en una sociedad se presente un nivel de ingreso nacional bruto per cápita elevado, si existe una tasa de desempleo considerablemente alta, existirán individuos con privaciones económicas. Esto sucede aunque existan políticas de apoyo (o beneficencia) para personas en situación de desempleo, debido a que el acceso en sí al mercado de trabajo posibilita a un individuo interacciones que amplían sus capacidades. De igual modo sucede con una persona que sufre una

---

<sup>2</sup> La influencia de la formación de un individuo, de la inversión de capital humano, en los niveles de productividad y producción de una economía.

<sup>3</sup> Resulta pertinente considerar que es complejo definir la verdadera libertad de la cual gozan los individuos. Es decir, existen varias decisiones que inevitablemente se ven condicionadas por aspectos no necesariamente premeditados por “arquitectos de las decisiones”, pero que influyen en la decisión final que tomamos (para una explicación y profundización general de este tema, revisar (Thaler & Sunstein, 2008) y (Kahneman, 2011) ). En el presente documento, entenderemos a la expansión de libertades como a la disminución de privaciones de los individuos, sin ahondar en el debate sobre la libertad total de la cual el mismo puede gozar en la actualidad. Esto se fundamenta en el hecho de que la misma es dinámica, y por lo tanto va cambiando conforme se expanden las capacidades de una persona.

enfermedad y no cuenta con un sistema de salud que le permita tratarla adecuadamente (condicionando así sus decisiones alrededor de su situación de salud), o con una persona cuyo nivel de conocimiento (desconocimiento) no le permite estar adecuadamente informado al momento de tomar una decisión.

Para Sen por lo tanto, la libertad tiene dos papeles fundamentales: a) para la evaluación, es decir, el incremento de la libertad individual del individuo que le permitirá obtener resultados valiosos y evaluar sus decisiones; y, b) para la eficacia, es decir, la capacidad de los individuos de tener iniciativa individual y social, es decir el incremento de la capacidad de *agencia*<sup>4</sup> de un individuo. En este sentido, Sen analiza los aspectos que han sido objeto de atención de la economía de manera convencional, cuyo aporte considera importante pero insuficiente para sus conclusiones.

La renta baja se relaciona con la situación de pobreza de un individuo o familia, sin embargo, las privaciones de la pobreza no se limitan únicamente al nivel bajo de ingresos. La pobreza y niveles de renta bajos generan privaciones de libertades fundamentales, como la muerte prematura o desnutrición; es decir, privaciones de la vida, esencialmente, y la capacidad futura de adquirir conocimientos. Es así como junto al análisis de renta resulta necesario contrastar la esperanza de vida, tasas de desnutrición infantil, escolaridad, desempleo, entre otras; con el objeto de catalogar el nivel de desarrollo de una sociedad. La expansión de estas capacidades permitirá a los individuos tomar decisiones de manera más libre, evaluar las mismas en un sentido de eficacia social y desarrollarse, en definitiva.

En este sentido, la libertad tiene un papel constitutivo e instrumental, o en otras palabras, "...se considera que la expansión de la libertad es 1) el *fin primordial* y 2) el *medio principal* del desarrollo..." (Sen A. , 2000, pág. 55). Con la finalidad de guiar el análisis, Sen establece cinco (5) libertades instrumentales, que, actuando de manera dinámica, posibilitan el desarrollo:

---

<sup>4</sup> El uso del término "agencia" exige algunas aclaraciones. La expresión "agente" a veces se emplea en la literatura sobre economía y sobre la teoría de juegos para referirse a una persona que actúa en representación de alguna otra (dirigida quizá por un "principal") y cuyos logros deben evaluarse a la luz de los objetivos de alguna otra (principal). Aquí no utilizamos el término "agente" en ese sentido, sino en el más antiguo – y "elevado" – de la persona que actúa y provoca cambios y cuyos logros pueden juzgarse en función de sus propios valores y objetivos, independientemente de que los evaluemos o no también en función de algunos criterios externos. (Sen A. , 2000, pág. 35)

1. *Las libertades políticas.* - Constituyen en un sentido amplio, la libertad de los individuos de elegir sus gobernantes, los principios bajo los que serán gobernados, la libertad de expresión política y mediática, la posibilidad de investigar, dialogar, discernir (incluye los derechos humanos).
2. *Los servicios económicos.* - Corresponden a los servicios económicos que un individuo o familia tiene acceso. Se incluye por lo tanto los niveles de renta y las condiciones de intercambio al realizar transacciones. Es importante por lo tanto considerar factores redistributivos en el análisis de la renta agregada de una economía.
3. *Las oportunidades sociales.* - Sobre la que se enfoca fundamentalmente el presente documento. Constituyen los sistemas de educación, salud, bienestar social de una sociedad. Estas posibilitan la libertad fundamental de mejorar las condiciones de vida, tanto por la posibilidad de vivir en esencia, como por la relación dinámica y bidireccional de la renta y el nivel de educación; este último a su vez se constituye en un factor trascendental que posibilita la participación de un individuo en el campo laboral de manera eficiente, y cuya privación decanta en la imposibilidad de una participación adecuada en procesos políticos.
4. *Las garantías de transparencia.* - Se refieren fundamentalmente a la confianza en la divulgación de información verdadera en los procesos de interrelación de los individuos; es decir, la privación de esta libertad propicia procesos de corrupción que afectan las capacidades y libertades de individuos de manera directa y de la sociedad de manera general.
5. *La seguridad protectora.* - Se refiere a la existencia de mecanismos institucionales que garanticen que un individuo o grupo de individuos caigan en situaciones de vulnerabilidad extrema. Es decir, mecanismos de ayuda para personas en situación de desempleo, indigencia u otros.

Con estas premisas, la existencia de sistemas de educación eficientes contribuye no sólo a la mejora de niveles de productividad y producción nacional, sino que también posibilita la expansión de capacidades de los individuos que se benefician de ellos a través de mejores rentas, capacidades de decisión y participación en la vida laboral y política, que decantará en procesos reflexivos eficaces en términos de la sociedad.

De manera coherente con el objetivo central de la investigación planteada como parte del presente trabajo de titulación, el enfoque de capacidades plantea que la existencia de sistemas de educación superior eficientes en carreras de salud como medicina y

odontología, permitirán a su vez consolidar sistemas de salud adecuados, que en sí mismo constituyen una oportunidad social. Al respecto, Sen (1997) plantea que:

Si nos enfocamos, en la expansión de las libertades humanas para vivir el tipo de vida que las personas tienen razones para valorar, entonces, el rol del crecimiento económico en expandir estas capacidades tiene que estar integrado en este mayor entendimiento fundacional del proceso de desarrollo como la expansión de las capacidades humanas, para lograr vidas más libres y que valga la pena vivir (...). La ampliación que se necesita es adicional y acumulativa, en lugar de ser una alternativa a la perspectiva de “capital humano”. (pág. 1960)

### **1.3 Funciones de producción educativa**

La función de producción educativa ocupa un lugar preponderante en los estudios de economía de la educación. Hedges, Laine y Greenwald (1994) plantean que:

El paradigma dominante utilizado en analizar los efectos de los recursos educativos en los resultados de estudiantes de las últimas décadas ha sido la función de producción educativa. Los estudios sobre la función de producción educativa atienden a derivar un modelo de la relación entre insumos y resultados educativos, cuyo objetivo es desarrollar modelos cuantitativos que permitan predecir los efectos en los resultados de los estudiantes, dado un cambio en los recursos. (pág. 5)

Como se mencionó en el apartado sobre la teoría del capital humano, existen diversos estudios empíricos que han buscado evidenciar el proceso mediante el que la educación influye en el ámbito económico (ya sea de manera directa al individuo, como en el salario; o de manera indirecta, en el crecimiento económico). En economía, esto ha decantado en la necesidad de explicar el proceso a través de una función de producción, que relaciona insumos (*inputs*) con resultados (*outputs*). En principio, la tasa de retorno de los años de escolaridad sobre el salario fue puesta en el centro de atención de esta teoría (Becker, 1994).

El modelo que establece esta relación entre los años de escolaridad y el salario fue popularizado por Mincer (1974), por lo que es conocido como la ecuación o modelo de Mincer. De acuerdo con Heckman, Lochner y Todd (2006):

Este modelo es ampliamente usado como un vehículo para estimar “retornos” a la calidad educativa, para medir el impacto de la experiencia de trabajo en las

brechas de salario entre hombres y mujeres, y como una base de estudios económicos de los retornos de la educación en países en desarrollo. (pág. 311)

A continuación, se presenta el referido modelo en la siguiente ecuación (eq 1.1):

$$\ln[Y(s, x)] = \alpha + \rho_s s + \beta_0 y + \beta_1 y^2 + X^T \phi + \epsilon \quad (\text{eq 1.1})$$

Donde,  $Y(s, x)$  es el nivel de salario con un nivel de escolaridad “s” y “y” años de experiencia,  $\rho_s$  es la tasa de retorno de la escolaridad (asumiéndola constante entre los diferentes años),  $X$  es un vector de características personales y  $\epsilon$  es un residuo de media cero.

Sin embargo, uno de los principales inconvenientes del modelo resulta de asumir que un año adicional de escolaridad tiene el mismo efecto en todos los individuos; así como, asumir constante a la tasa de retorno entre los diferentes años. Por ello, en economía de la educación se ha establecido la necesidad de analizar la relación existente de las características de un individuo, su entorno o sistema educativo (políticas educativas) con los logros alcanzados, es decir, la necesidad de analizar la calidad educativa (Hanushek E. , 2008).

De acuerdo con Hanushek (1984 y 1996), las facilidades en el entorno de aprendizaje tienen al menos efectos tenues en los resultados de aprendizaje, particularmente en calificaciones de exámenes (Case & Deaton, 1999). Varios estudios han contribuido al análisis del efecto de la calidad de la escuela en los resultados de aprendizaje.

Uno de los *proxys* de calidad más utilizados probablemente sea el tamaño de clase. Case y Deaton (1999) analizan el impacto de la calidad de la escuela utilizando la alta variabilidad de la relación estudiante-profesor en las escuelas luego del “*apartheid*”, en los resultados de aprendizaje de estudiantes en Sudáfrica. Los autores encuentran un efecto positivo y significativo de esta relación en la asistencia escolar, en logros educativos y particularmente en las calificaciones de exámenes. Asimismo, Krueger (1999) encuentra un efecto significativo en el tamaño de clase (utilizando la relación estudiante/profesor) en las calificaciones de estudiantes de primaria en Tennessee – Estados Unidos. Angrist y Lavy (1999) usan la regla de “*Maimonides*”<sup>5</sup> que rige el tamaño máximo de las clases en Israel para examinar la relación entre el tamaño de la

---

<sup>5</sup> “*Maimonides*” fue un rabino israelí del siglo XX que propuso un tamaño máximo de 40 estudiantes por aula en las escuelas. Se suele llamar regla de “*Maimonides*” a este valor, particularmente en estudios de evaluación de impacto.

clase y las calificaciones de los exámenes para estudiantes de quinto grado; y encuentran que esta regla produce patrones altamente irregulares en el tamaño de la clase que, a su vez, se reflejan en las calificaciones de los estudiantes en exámenes.

En general, existen características propias de los individuos y sistemas educativos (políticas públicas) que pueden afectar el acceso a educación y los resultados de su interacción con los sistemas educativos (en logros de aprendizaje, por ejemplo). En este sentido, [Miguel y Kremer \(2004\)](#) analizan a través de un diseño experimental en Kenia, el impacto en deserción escolar de una política de desparasitación, encontrando resultados positivos; así como, externalidades tanto en estudiantes de una misma institución que no recibieron el tratamiento como en estudiantes pertenecientes a escuelas cercanas. Es decir, el estado de salud de un estudiante tiene una relación directa con los resultados educativos.

Como estos, existen varios estudios sobre el efecto de diversos programas y políticas en educación en países en desarrollo, en los resultados educativos y en el retorno individual y social que esta genera (ver por ejemplo la revisión realizada por [Glewwe & Muralidharan, 2016](#)).

No obstante, considerando las críticas realizadas a la endogeneidad latente en los análisis de la tasa de retorno de la educación, un estudio particularmente importante es el realizado por [Angrist y Krueger \(1991\)](#). Los autores realizan un ejercicio de variables instrumentales, que permite eliminar la endogeneidad para el grupo de interés, a través del uso del trimestre de nacimiento como un instrumento de la escolaridad. Así, demuestran la existencia de una relación causal entre la escolaridad y los ingresos futuros consistente con los resultados de estudios anteriores<sup>6</sup>. Es decir, el acceso a educación es un objetivo en sí mismo; sin embargo, es preponderante considerar la calidad del sistema educativo al que acceden, debido a que quienes acceden a sistemas educativos con características que denotan una mejor calidad tienen retornos mayores ([Card & Krueger, 1992](#)).

Por un lado, existe una vasta literatura sobre producción educativa (determinantes de los logros o resultados educativos) en economía laboral y economía de la educación ([Hanushek 1979, 1986; Cohn y Geske, 1990; Leibenstein, 1966; Ruggiero, 2004](#)). Por

---

<sup>6</sup> En estos estudios, se tenía un sesgo al no considerar la característica endógena de la escolaridad de las personas, y calcular el impacto de la escolaridad únicamente a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

otro, también ha existido un amplio desarrollo de literatura en un sentido más apegado a la búsqueda de una relación causal entre varios factores educativos y los resultados de los estudiantes. [Darling-Hammond \(2000\)](#) y [Hanushek \(2003\)](#) mencionan que algunas investigaciones han sugerido que las escuelas y los recursos educativos influyen poco en los resultados de aprendizaje, porque son independientes de los antecedentes y contexto socioeconómico de los estudiantes, por lo que es importante enfocarse en factores no observables como las relaciones entre docentes y alumnos ([Araujo, Carneiro, Cruz-Aguayo, & Schady, 2016](#)). Otros autores plantean factores como: el tamaño de clase ([Glass, 1982; Mosteller, 1995; Urujiola, 2006; WoBmann & West, 2006; Heinesen, 2010](#)), las cualificaciones de los profesores ([Ferguson, 1991](#)), la existencia de programas de alimentación escolar ([Tan, Lane, & Lassibille, 1999; Vermeersch & Kremer, 2005; Alderman, Gilligan, & Lehrer, 2012](#)), la dotación de infraestructura y el tamaño de la escuela ([Duflo, 2001; Handa, 2002; Burde & Linden, 2013](#)), la entrega de uniformes ([Evans, Kremer, & Ngatia, 2013](#)); entre otros, juegan un rol importante en los resultados de los estudiantes.

Así, existen diversos análisis sobre la función de producción educativa con enfoques diferentes. En estos análisis una de las cuestiones más importantes es la elección de la variable de interés sobre la que se establecerá la relación con las demás variables (exógenas). Las variables de resultado más usadas en los estudios citados anteriormente se enfocan en los resultados de aprendizaje o en la asistencia escolar; empero, existe un importante desarrollo sobre la estimación de funciones de producción educativa teniendo como variable de resultado a la eficiencia. Esta última se estima generalmente a través de modelos matemáticos no paramétricos, que en primera instancia permiten relacionar diversos insumos (generalmente discretos) con diversos resultados (como los mencionados anteriormente); posteriormente, a partir de este análisis de eficiencia, se busca explicarla en función de características o insumos no discretos ([Thanassoulis, y otros, 2016](#)).

Abordando el enfoque estadístico, una función de producción educativa ([Hanushek E. , 1986](#)), se puede representar como ([Johnes, 2006](#)):

$$y_k = f(x_{1k}, \dots, x_{mk})e^{-u_k} \quad (\text{eq 1.2})$$

Donde  $y_k$  es el resultado producido por la institución  $k$ -ésima; que ha utilizado  $x_{ik}$ , que es el insumo  $i$ -ésimo ( $i=1, \dots, m$ ), y con  $u_k \geq 0$ , que representa la ineficiencia de la institución  $k$ -ésima, que tiene una distribución específica.



Por tanto, la eficiencia técnica (ET) de la institución  $k$ -ésima, se representa como (Johnes, 2006):

$$ET_k = \frac{y_k}{f(x_{1k}, \dots, x_{mk})} = e^{-u_k} \quad (\text{eq 1.3})$$

Resulta relevante entender que este enfoque es paramétrico debido a que se asume una forma funcional particular para la función de producción; además, “históricamente, para el estudio de la eficiencia en instituciones de educación superior se ha requerido métodos estadísticos e indicadores de desempeño, despertando las críticas de académicos y administradores”. (Athanassopoulos & Shale, 1997, pág. 118)

En efecto, se puede estimar la función (eq. 1.2) utilizando una variedad de métodos estadísticos, incluyendo Mínimos Cuadrados Ordinarios - MCO, Modelos Lineales Generalizados - MLG (*Logit*, *Probit*, entre otros) y estimación por máxima verosimilitud; no obstante, estos métodos pueden presentar problemas de especificación y no son fáciles de aplicar cuando se tienen múltiples insumos y resultados (Johnes, 2006). De hecho, las metodologías utilizadas para medir la eficiencia en educación superior, han pasado de utilizar mínimos cuadrados ordinarios – MCO, hasta métodos más recientes como análisis envolvente de datos (DEA) (Athanassopoulos & Shale, 1997) (Johnes, 2006) (Johnes & Johnes, 2013) o análisis de frontera estocástica para evitar estos problemas (Johnes, 2008).



## Capítulo II

### 2. Análisis de eficiencia en estudios de la educación superior

El papel de la educación superior en las economías es cada vez más crucial, ya que en un contexto internacional competitivo y dominado por tecnologías intensivas en conocimiento, el éxito de las economías depende en gran medida de las capacidades y el talento humano, la generación de conocimiento y sus aplicaciones. Los gobiernos incluyen entre sus estrategias de desarrollo también a las orientaciones de los sistemas de educación superior, y por ende recurren a diversos mecanismos para lograr los fines del crecimiento económico, entre los que se destaca, la intención de crear mayores eficiencias en el uso de fondos públicos al tiempo que amplían el alcance de la educación superior (Alexander, 2000). Es así como, el estudio de la eficiencia de la educación superior cobra una mayor relevancia y atención en el mundo académico y en las orientaciones de política pública.

Cabe recalcar que el análisis de eficiencia forma parte de las evaluaciones de desempeño relativo o “*benchmarking*” cuya idea principal es comparar unidades de análisis (empresas, industrias, universidades, entre otros) o individuos, que transforman el mismo tipo de insumos en el mismo tipo de resultados; a partir de esto, se puede definir a la eficiencia como la menor utilización de insumos para producir la mayor cantidad de recursos (Bogetoft & Otto, 2010).

De acuerdo con Alexander (2000), entre los cambios paradigmáticos para medir la eficiencia de las universidades, se observa una transición de un enfoque de contabilidad a la incorporación de indicadores de desempeño, principalmente de resultados, que han surgido como una racionalidad económica instrumental ideada para mejorar la eficiencia y la efectividad institucionales. Sin embargo, Avkiran (2001) propone que los indicadores de desempeño en el sector educativo público han sido considerados inadecuados y no conductivos hacia análisis de eficiencia. Para este autor, las principales críticas se refieren a la concentración o focalización en insumos (*inputs*), en detrimento de los resultados (*outputs*), que además se seleccionan arbitrariamente, y la inhabilidad de distinguir la ineficiencia producida por factores del contexto.

Así también, las técnicas de frontera estocástica no están bien adaptadas para estudiar los resultados múltiples que se producen conjuntamente ya que el analista normalmente se limita a centrarse en una salida a la vez (Avkiran, 2001).

## 2.1 Sistemas de educación superior de países desarrollados

En países con sistemas de educación superior comparativamente sofisticados, los gobiernos han estado adoptando nuevas estrategias económicas y de gestión para comparar el desempeño de instituciones de educación superior (Alexander, 2000). De esta manera, se observa que la medición del desempeño, a través del análisis de la eficiencia de las instituciones de educación superior, tiene una presencia importante en la literatura (Thanassoulis, y otros, 2016); no obstante, debido a la ausencia de mecanismos de mercado para darle precio a los resultados educativos, que se tratan inapropiadamente con funciones de costo o producción tradicionales, las universidades están particularmente obligadas a buscar métodos alternativos para analizar la eficiencia, tales como el análisis envolvente de datos – DEA (Avkiran, 2001).

De manera general, podemos decir que existe una tendencia en la literatura empírica de aplicaciones del análisis envolvente de datos a distinguir el enfoque de medición de la eficiencia, en grupos temáticos relacionados principalmente con la eficiencia técnica (producción) (Avkiran, 2001) y económica (costos) (Greene, 2008).

En el campo de la educación, se puede distinguir principalmente el uso indicadores, ya sean insumos o resultados, relacionados con la investigación y el desarrollo de actividades de docencia (Avkiran, 2001). Por otro lado, varios autores distinguen las unidades de análisis (DMUs) de acuerdo al nivel institucional, particularmente en dos: universidades en su conjunto (ver por ejemplo Athanassopoulos & Shale, 1997; Johns, 2008), y unidades académicas (facultades, escuelas, departamentos entre otros), tanto al interior de la misma institución, así como entre instituciones (Avkiran, 2001).

Con el afán de organizar estos estudios como referencias para el análisis propuesto para Ecuador, se puede encontrar en la *Tabla 1*, un resumen del tipo de eficiencia, considerando como unidad de análisis a departamentos o unidades académicas, y los insumos y resultados utilizados en 9 estudios referenciados por Avkiran (2001).

**Tabla 1:** Variables usadas por algunos autores en análisis de eficiencia en estudios de educación superior en contextos desarrollados

<b>Autores</b>	<b>Insumos</b>	<b>Resultados</b>	<b>País</b>
Bessent et al., 1980	Número de horas clase Número de profesores a tiempo completo Facilidades en infraestructura Gastos en docencia	Ingreso obtenido del gobierno Número de graduados de grado y posgrado Nivel de satisfacción de empleadores	Estados Unidos
Tomkins y Green, 1998	Número de profesores	Número de estudiantes matriculados	Inglaterra
Beasley, 1990	Ingresos netos obtenidos por investigación	Número de graduados de grado y posgrado Índice de investigación	Inglaterra
Johnes y Johnes, 1993	Número de profesores Ingresos obtenidos por investigación Número de profesores a tiempo completo	Número de artículos en revistas indexadas	Inglaterra
Sinuany-Stern et al., 1994	Costos en salarios de profesores Costos operativos (sin incluir docencia)	Número de graduados Número de créditos por semestre Número de artículos publicados Número de becados	Israel
Ahn et al., 1988	Costos en salarios de profesores Costos en financiar investigaciones Costos operativos (sin incluir docencia) Inversión en infraestructura	Número de graduados Ingresos por investigación	Estados Unidos
Breu y Raab, 1994	Porcentaje de profesores con doctorado Estudiantes por profesor Gastos educativos por estudiante	Tasa de graduación Tasa de retención Promedio de calificaciones	Estados Unidos
Avkiran, 2001	Número de personal no académico Número de profesores a tiempo completo	Tasa de retención Tasa de graduación Índice de investigación Porcentaje de graduados empleados Costos de matrículas**	Australia

\*Basado en la revisión realizada por Avkiran (2001). \*\* Diferenciado por estudiantes europeos y no europeos. Elaboración: autores.

Asimismo, vale la pena recalcar la utilidad de considerar revisiones bibliográficas sobre el enfoque predominante en el estudio de eficiencia técnica y económica en la literatura empírica: las aplicaciones del DEA y el estado del arte de esta metodología en la literatura (Emrouznejad, Parker, & Tavares, 2008), sobre todo en áreas en las que el estudio de eficiencia se han expandido de manera importante: educación y salud (Greene, 2008). Es importante destacar en este sentido, el análisis de Emrouznejad, Parker y Tavares (2008), quienes proponen que hasta el 2007, se han identificado más de 4.000 artículos que utilizan DEA para estudiar la eficiencia, en revistas indexadas o capítulos de libros publicados, en particular en áreas como banca, educación (incluida educación superior), salud y eficiencia en hospitales.

### **2.1.1 Instituciones de educación superior**

Entre los estudios que analizan a instituciones de educación superior como unidad de análisis podemos encontrar a los siguientes (citados por Avkiran, 2001): Ahn, et. al (1988) analizan la eficiencia de universidades considerando como insumos a los gastos en investigación, el salario de los profesores, los gastos administrativos y la inversión total en infraestructura; Breu y Raab (1994) utilizan DEA para analizar la eficiencia del *top 25* de las universidades de Estados Unidos a partir de indicadores de desempeño disponibles en el ranking de *US News*. En particular, utilizan como insumos al promedio de calificación de estudiantes, el porcentaje de profesores con doctorado, la tasa de estudiantes por profesor y los gastos generales y educativos por estudiante, y como resultados a la tasa de graduación y tasa de retención. Por su parte, Coelli y otros (1996) consideran como insumos al número de estudiantes y profesores, así como los gastos operativos/administrativos en general, y como resultado al número de artículos publicados en revistas indexadas.

Por otro lado, Athanassopoulos y Shale (1997) utilizan análisis envolvente de datos para medir la eficiencia relativa de 45 universidades en Gran Bretaña. En este estudio, los autores distinguen dos tipos de eficiencia: i) de costos (gastos generales en docencia e ingresos de investigación); y, ii) en resultados (media de puntajes de estudiantes en evaluaciones, número de profesores, número de estudiantes en niveles de grado y posgrado, y gastos en laboratorios y bibliotecas). Thanassoulis, Kortelainen, Johnes, & Johnes (2011) estudian la estructura de costos en instituciones de educación superior en Gran Bretaña y su eficiencia, durante el periodo 2000-2001 y 2002-2003, utilizando métodos econométricos y de análisis envolvente de datos –con resultados congruentes entre ambos enfoques-. Johnes (2008), realiza un análisis de eficiencia de las universidades de Gran Bretaña, tomando en cuenta como insumos al personal

académico y administrativo, el número de estudiantes de pregrado y posgrado, y los montos gastados en personal académico; y como resultados considera el número de estudiantes graduados y los ingresos de la institución por concepto de investigación.

### **2.1.2 Departamentos o unidades académicas**

Martín (2007) utiliza análisis envolvente de datos para medir la eficiencia de departamentos y centros de la Universidad de Sevilla. Avkiran (2001) referencia siete estudios que consideran como unidades de análisis a departamentos o unidades académicas de instituciones de educación superior. Cabe resaltar los siguientes: Bessent y otros (1980), y Stern y otros (1994) analizan la eficiencia relativa de departamentos académicos considerando como resultados al número de graduados de carreras de grado y posgrado. En el caso de los insumos utilizados, se tienen en el primer caso, al número de horas clase (o créditos en un periodo académico, por ejemplo, un semestre), número de profesores a tiempo completo, a la extensión física de los espacios destinados para estudiantes y los gastos generales en actividades de docencia; mientras que, en el estudio de Stern y otros (1994) se consideran como insumos a los salarios de los profesores y los gastos generales administrativos.

Tomkins y Green (1988), Beasley (1990) y Johnes y Johnes (1993, 1995) realizan análisis de eficiencia a nivel de departamentos de una misma institución. En los dos primeros casos, tanto los insumos como los resultados son distintos. En cuanto al estudio de Tomkins y Green (1998) considera como insumo al número de profesores, y como resultado, al número de estudiantes; mientras que Beasley (1990) considera como resultados al número de graduados (de grado y posgrado), y un índice desarrollado para medir los resultados de investigación; y por otro lado, como insumos a los ingresos obtenidos por el estado y empresas privadas para desarrollar investigación. En ambos estudios de Johnes y Johnes (1993, 1995) se observa como insumos de la función de producción, a los ingresos obtenidos por parte del gobierno, industrias o centros de investigación; y específicamente en su estudio de 1993, se observa que se considera además, al número de profesores. El único resultado utilizado en el estudio de Johnes y Johnes de 1995, consiste en el número de artículos publicados en revistas indexadas, diferenciado por el tipo de artículo.

## **2.2 Sistemas de educación superior emergentes**

Los sistemas de educación superior en países en desarrollo enfrentan particularidades derivadas del contexto, poco estudiadas y diferentes a las de países desarrollados. Por ejemplo, de acuerdo con el informe *“Education at a glance”* (OECD, 2016), los salarios de la población con educación superior respecto a la población con educación secundaria en América Latina pueden llegar a ser hasta cuatro veces superiores; mientras que en los países de la OECD, los graduados universitarios alcanzan remuneraciones más altas hasta en un 48 %, que trabajadores sin educación superior. Asimismo, Bashir (2007) plantea que las preocupaciones de los países en desarrollo se refieren a los posibles impactos negativos del intercambio producido en la esfera mundial, entre los sistemas de educación superior de países desarrollados con los sistemas de educación superior domésticos de países en desarrollo, desfinanciados e ineficientes, que operan en sistemas regulatorios débiles.

Como se ha mencionado en previamente, los estudios realizados sobre la eficiencia de la educación superior en países en desarrollado son escasos (Marinho, Resende, & Façanha, 1997; Taylor & Harris, 2004; González-Araya & Vásquez, 2010; Quesada, Blanco, & Maza, 2010; Ramírez & Alfaro, 2013; Melo, Ramos, & Hernández, 2014). Taylor y Harris (2004) analizan la eficiencia relativa de algunas universidades en Sudáfrica, utilizando análisis envolvente de datos.

### **2.2.1 Estudios en el contexto Latinoamericano**

Uno de los estudios pioneros en aplicar un análisis de eficiencia a universidades en el contexto latinoamericano, es el estudio realizado por Marinho, Resende y Façanha (1997), a las universidades federales de Brasil con datos de 1994. El método propuesto es análisis envolvente de datos, no obstante, los insumos y resultados elegidos por el autor no son “arbitrarios”, sino que, debido a la cantidad de insumos y resultados, obtiene los factores considerados para medir la eficiencia de las universidades mediante un análisis factorial. Entre los insumos considerados por el autor se tienen (de un total de 15): Número de estudiantes, profesores con doctorado, profesores con maestría, características del personal administrativo, áreas de construcción, entre otros. En el caso de los resultados (de un total de 9), podemos señalar número de cursos de grado, maestría y doctorado, certificados entregados, tesis defendidas y disertaciones aceptadas.

Es importante notar que por un lado existen estudios que analizan la eficiencia del sistema educativo básico o medio. Uno de ellos corresponde al estudio de Iregui, Melo



y Ramos (2007), que analiza la eficiencia de una muestra de colegios públicos y privados de Colombia, a través del método de frontera estocástica. Quesada, Blanco y Maza (2010) investigan sobre la eficiencia de escuelas y colegios del departamento de Bolívar – Colombia, considerando objetivos de política pública en la cobertura de la matrícula educativa, con información de los años 2007 y 2008.

Por otro lado, se tienen estudios de eficiencia en sistemas de educación superior que utilizan esta metodología. Zoghbi, Rocha, & Mattos (2013) analizan la eficiencia de universidades en Brasil, con datos de 2007, a través del análisis de frontera de producción estocástica. Los autores ponen énfasis en los determinantes de la eficiencia, que no son discrecionales para las instituciones, tales como: porcentaje de estudiantes que trabajan más de 20 horas a la semana, porcentaje de estudiantes mujeres, edad promedio de estudiantes, tasas de deserción, ingreso promedio en donde la universidad se localiza y así mismo, el promedio de años de escolaridad en el espacio geográfico en el que se encuentra la universidad. Los autores utilizan, como resultado para la función de producción, a las calificaciones de estudiantes en un examen nacional estandarizado.

Melo, Ramos y Hernández (2014) analizan la eficiencia de instituciones de educación superior en Colombia con frontera estocástica. Para el efecto, los autores utilizan indicadores de cobertura, tipo de instituciones, deserción de estudiantes, características de profesores, financiación, calificaciones de las pruebas Saber Pro, y variables socioeconómicas (nivel de ingreso de los hogares, porcentaje de estudiantes que son jefes de hogar, porcentaje de madres de familia en el hogar que tienen educación de grado y posgrado, porcentaje de estudiantes que tienen beca, y porcentaje de estudiantes que tienen crédito educativo) para concluir que existe una relación positiva y significativa entre el logro académico con las variables de infraestructura y personal académico.

Ramírez y Alfaro (2013), analizan la eficiencia en universidades chilenas, utilizando como insumo los gastos operativos de las instituciones de educación superior, y como resultados: las publicaciones indexadas en *ISI Web of Knowledge* y el número de estudiantes matriculados; y González-Araya y Vásquez (2010) realizan un análisis de productividad de las universidades chilenas a través de tres perspectivas: universidad, gobierno y alumnos. Para el efecto, utilizan una metodología ulterior al análisis envolvente de datos (*índice de Almqvist*) que permite descomponer la productividad en eficiencia técnica y cambios en las tecnologías de producción de las universidades.

En el caso de análisis de eficiencia de unidades de análisis al interior o entre las instituciones de educación superior, es todavía menor. Ruiz, Bonilla, Chavarro, Orozco, Zarama, y Polanco (2010) analizan la eficiencia de grupos de investigación por áreas de conocimiento, combinando análisis envolvente de datos y redes bayesianas para seleccionar los insumos y resultados considerados. Los autores utilizan como insumos: el número de investigadores en cada grupo y la experiencia del grupo medida en años, y como resultados al número de artículos, libros, capítulos de libros, conferencias y tesis dirigidas. Mendoza, Cadavid y Herrera (2013) elaboran una propuesta de análisis de desempeño académico de estudiantes en los programas académicos de universidad, planteando un conjunto de insumos, tales como las calificaciones previas y el tiempo destinado al estudio, para analizar las calificaciones en las asignaturas.

No se encuentran estudios que analicen la eficiencia de carreras o programas académicos en una misma institución o dentro de un sistema de educación superior de países en desarrollo. En la [Tabla 2](#) se resumen los autores, países y variables de estudios mencionados.

**Tabla 2:** Variables utilizadas por algunos autores en análisis de eficiencia en estudios de educación superior en contextos en desarrollo (continúa en la siguiente página)

Autores	Insumos	Resultados	País
Taylor y Harris, 2014	Número de estudiantes Número de profesores	Calificaciones académicas Resultados de investigación	Sudáfrica
Ramírez y Alfaro, 2013	Gastos operativos	Número de artículos publicados en ISI Número de estudiantes matriculados	Chile
González-Araya y Verdugo, 2010	Número de profesores Número de estudiantes matriculados Financiamiento obtenido del Estado	Número de publicaciones en ISI Número de alumnos titulados Número de alumnos matriculados en primer año	Chile
Zoghbi, Rocha y Mattos, 2013*	Número de profesores por estudiante Número de computadores por estudiante	Calificaciones examen nacional estandarizado	Brasil

Melo, Ramos y Hernández, 2014*	Estudiantes por profesor Porcentaje de profesores con posgrado y titularidad facilidades de infraestructura	Número de estudiantes matriculados en grado y posgrado Índices de investigación Calificaciones en pruebas estandarizadas a nivel nacional	Colombia
Ruiz, Bonilla, Chavarro, Orozco, Zarama y Polanco, 2010	Número de investigadores en grupos de investigación Años de experiencia de los grupos	Número de artículos publicados Libros Capítulos de libros Conferencias Tesis dirigidas	Colombia
Mendoza, Cadavid y Herrera, 2013	Calificaciones previas Tiempo destinado al estudio	Calificaciones actuales en las asignaturas	Colombia

\*Análisis la eficiencia con el método de frontera estocástica. Elaboración: autores.

## Capítulo III

### 3. El sistema de educación superior en Ecuador

El sistema de educación superior en Ecuador ha experimentado cambios importantes en los últimos años. La reciente implementación de la política pública en evaluación y aseguramiento de la calidad de la educación superior (basada en la Ley Orgánica de Educación Superior - LOES, 2010), abre la posibilidad de analizar la evidencia empírica proveniente de los procesos de acreditación de carreras para contribuir a la toma de decisiones de los hacedores de política pública. Actualmente, no se conoce ningún estudio académico que utilice los datos y la información proveniente de la evaluación externa de la calidad de la educación superior en Ecuador para analizar la eficiencia de las universidades o sus carreras.

En América Latina, los procesos de evaluación y acreditación de instituciones de educación superior, en el marco de las políticas de aseguramiento de la calidad, se han realizado en casi todos los países, comenzando por Brasil (INEP, 1937), hasta expandirse a todos los países de la región, tales como Colombia (CNA, 1992), Argentina (Coneau, 1995), Paraguay (Aneaes, 2003), Chile (CNA, 2006), Uruguay (Arcu-Sur, 2008) y más recientemente, en Ecuador (Ceaaces, 2010) y Bolivia (Cnacu, 2010). Además, se han realizado, o se están implementado, procesos para evaluar y acreditar la oferta educativa de las universidades y escuelas politécnicas (en adelante Instituciones de Educación Superior - IES), en grado y posgrado, aunque con diferencias en la normativa de cada país y los procesos operativos de sus agencias acreditadoras (Pires & Lemaitre, 2008).

En Ecuador, las reformas educativas establecidas a partir de la Ley Orgánica de Educación Superior – LOES (2010) han derivado en una serie de políticas públicas en todo el sistema de educación superior, y en particular, en las IES. Una de las políticas que ha consolidado en los últimos años la institucionalización de la evaluación corresponde a la obligatoriedad de la evaluación externa de la calidad, dispuesta en la LOES.

El organismo rector en la política pública de evaluación de la calidad es el Ceaaces (Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior), creado en 2011, y que tuvo como antecesor al extinto Conea (Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación). En realidad, en Ecuador se trató sobre la

evaluación de la calidad de la educación superior desde la LOES del año 2000, aunque con carácter de proceso voluntario. Así, no fue sino hasta 2010 que se evaluó a las IES del país por mandato constituyente, para diagnosticar el estado de la educación superior y presentar el informe del desempeño a la Asamblea Nacional (Ceaaces, 2013).

El país también es reconocido en la región<sup>7</sup> por haber tenido la voluntad política de implementar un proceso de depuración del sistema de educación superior ecuatoriano en el año 2011, que implicó el cierre de 14 instituciones que no cumplían condiciones básicas para funcionar, coloquialmente conocidas como “universidades de garaje” (Ceaaces, 2013). Posteriormente a esta primera evaluación, el Ceaaces implementó la evaluación de todo el sistema de educación superior ecuatoriano (56 IES) en el año 2013 (Ceaaces, 2014), y a partir del año 2014, ha incursionado en la evaluación de la calidad de carreras<sup>8</sup>: medicina (2014), odontología (2015), Derecho (2016) y Enfermería (2017).

**Tabla 3:** Universidades por tipo de financiamiento desde 2013

<b>Instituciones de educación superior vigentes en el sistema*</b>				
<b>Tipo de financiamiento</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015-2016</b>	<b>2017</b>
<b>Públicas</b>	29	29	31	33
<b>Cofinanciadas</b>	8	8	8	8
<b>Autofinanciadas</b>	18	18	18	18
<b>Total</b>	55	55	57	59

Fuente: SNIESE, 2017. Elaboración: Autores

Al 2017, el sistema de educación superior ecuatoriano estuvo conformado mayoritariamente por universidades públicas (55,9 %). Más aún, si se consideran a las universidades cofinanciadas (que reciben una parte de sus rentas del gasto público), el 69 % de las universidades tienen financiamiento del estado. Esta es una particularidad interesante del sistema de educación superior ecuatoriano, considerando que, en general, la presencia de la universidad privada en América Latina es comparativamente mayor que en otras regiones del mundo (Brunner & Ferrada Hurtado, 2011). Una de las razones para esta caracterización del sistema ecuatoriano es el cierre de 14 universidades efectuado en Ecuador en el año 2012, por el mandato constituyente

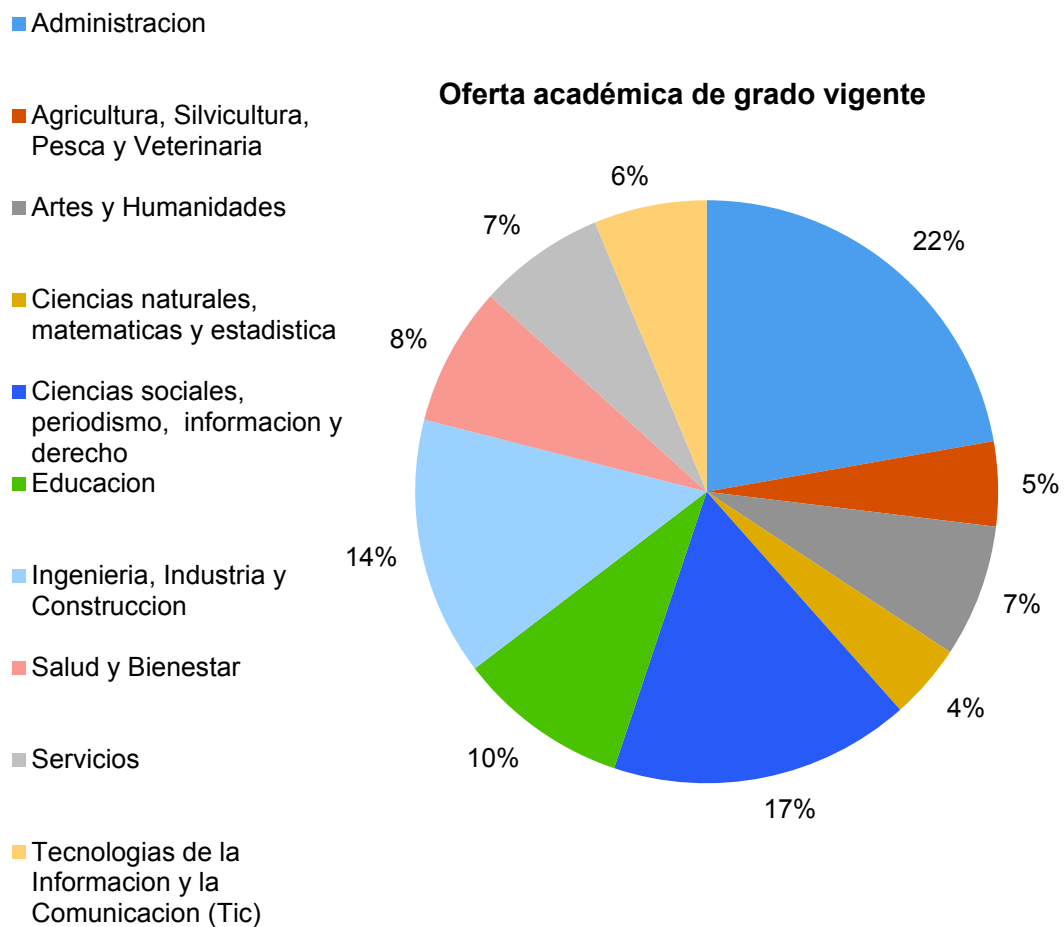
<sup>7</sup> Ver por ejemplo: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/en-argentina-no-fuimos-tan-valientes-como-ecuador>

<sup>8</sup> Disponible en <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/rendicion-de-cuentas/>

conocido como “mandato 14”. Todas estas universidades suspendidas por baja calidad académica fueron universidades privadas (Ceaaces, 2013).

A partir del año 2014, el número de universidades públicas creció considerando la creación de 4 universidades denominadas “emblemáticas”. De acuerdo con el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador – SNIESE, al 2017 la oferta académica de grado está conformada por 1.917 carreras, que se concentran principalmente en las áreas de Administración (22 %), Ciencias Sociales, periodismo, información y derecho (17 %), Ingeniería, industria y construcción (14 %) y Educación (10 %).

Gráfico 1: Oferta académica vigente del sistema por campo amplio



Fuente: SNIESE, 2017. Elaboración: autores

### 3.1 Las carreras de la salud en el sistema de educación superior ecuatoriano

El área de la Salud representa el 8 % de la oferta educativa de grado vigente. En particular se tienen 148 carreras vigentes, en los campos específicos de “Salud y bienestar”, que se muestran en la [Tabla 4](#). De este conjunto de carreras, el Ceaaces ha realizado al 2017, la evaluación de tres carreras, en orden cronológico: medicina (2014), odontología (2015) y Enfermería (2017).

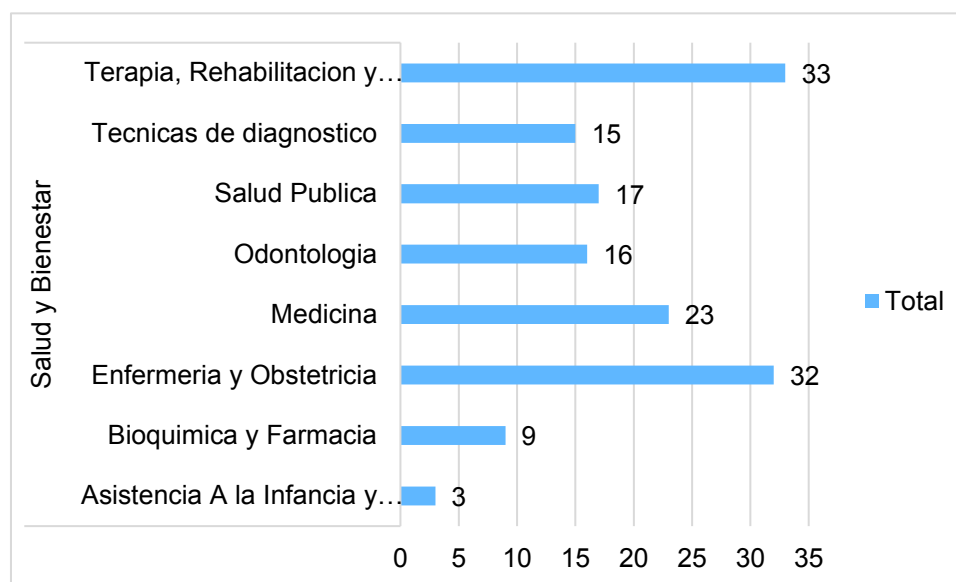
**Tabla 4:** Carreras del campo amplio de “Salud y bienestar”

Carreras del campo “Salud y Bienestar”	Número de carreras
<b>Asistencia A la Infancia y Servicios Para Jóvenes</b>	3
<b>Bioquímica y Farmacia</b>	9
<b>Enfermería y Obstetricia</b>	32
<b>medicina</b>	23
<b>odontología</b>	16
<b>Salud Publica</b>	17
<b>Técnicas de diagnostico</b>	15
<b>Terapia, Rehabilitación y Tratamiento de la Salud</b>	33
<b>Total general</b>	<b>148</b>

Fuente: SNIESE, 2017. Elaboración: Autores

La mayor concentración de carreras en este campo amplio se encuentra en los campos específicos de “Terapia, rehabilitación y tratamiento de la salud” (22,3 %) y Enfermería y obstetricia (21,6 %).

**Gráfico 2:** Histograma por el número de carreras del campo amplio “Salud y bienestar”



Fuente: SNIESE, 2017. Elaboración: Autores

### 3.2 Evaluación de la calidad educativa de medicina y odontología

En Ecuador, la decisión del Ceaaces sobre la acreditación de una carrera parte de la evaluación externa de dos dimensiones: el entorno de aprendizaje y los resultados de aprendizaje, cada uno con sus procesos propios. En el primer caso, la evaluación externa implica la recolección de información cuantitativa y cualitativa, a través de un conjunto de variables e indicadores sobre procesos educativos y resultados en docencia, investigación y vinculación, con participación de pares evaluadores externos. Para el caso de la evaluación de resultados de aprendizaje, se implementa un examen estandarizado<sup>9</sup> a estudiantes de último año (Ceaaces, 2017).

La evaluación del entorno de aprendizaje de carreras de grado se realiza a través de un conjunto de criterios, estándares e indicadores, sobre los siguientes aspectos amplios, denominados criterios. Los modelos de evaluación del entorno de aprendizaje de las carreras de medicina (2014) y odontología (2015), consideraron los siguientes criterios:

- **Pertinencia:** Evalúa la articulación de la carrera con el plan nacional de desarrollo, las necesidades y planes locales y regionales, las diversidades sociales, económicas y culturales del territorio ecuatoriano y las corrientes de pensamiento, científicas y humanísticas, nacionales e internacionales que se refiere a la relación de la oferta académica con las demandas y necesidades del contexto local, regional o nacional;
- **Plan curricular:** Evalúa la planificación y ejecución del currículo de la carrera, considerando sus tres niveles de concreción: macro, meso y micro-curriculum;
- **Academia:** Evalúa las características de la planta académica de la carrera, relacionada con el nivel de formación académica, tiempo de dedicación y carrera docente de la planta académica de la carrera, lo que implica condiciones esenciales para la educación superior de calidad;
- **Ambiente institucional:** tiene en cuenta los procesos internos que se relacionan con el funcionamiento y seguimiento de la gestión académica de la carrera, que, para facilitar la formación integral de los estudiantes, se complementa con la disponibilidad y el uso de recursos bibliográficos y espacios para poner en

---

<sup>9</sup> Este examen también se aplica a graduados o profesionales con el fin de habilitarlos profesionalmente, en el caso de que se traten carreras de interés público. Ver más en: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2013/10/ANEXO-1007-Ceaaces-SO-32-2016.pdf>



práctica los conocimientos adquiridos en el aula relacionado a la infraestructura y los laboratorios utilizados en la carrera;

- **Estudiantes:** que considera las condiciones y procesos que permiten obtener resultados adecuados en tasas de eficiencia académica, así como sus resultados;
- **Prácticas preprofesionales:** evalúa las condiciones de infraestructura y organización de la práctica preprofesional, tomando como insumos las características de la infraestructura y la relación de tutores de práctica por estudiantes. En la carrera de medicina, se recogen características de la fase de aprendizaje práctico denominado “Internado rotativo”;
- **Investigación:** que mide la producción per cápita de publicaciones indexadas en revistas con impacto regional y en revistas con impacto mundial; así como libros revisados por pares académicos. En el caso de medicina, también se considera la conformación de unidades de investigación y la existencia de un Comité de Bioética en funciones.

**Tabla 5:** Resumen de los modelos de entorno de aprendizaje de carreras por criterio

<b>Criterios de evaluación del entorno de aprendizaje</b>		
<b>Criterios</b>	medicina	odontología
<b>Pertinencia</b>	3	3
<b>Plan curricular</b>	4	4
<b>Academia</b>	9	10
<b>Ambientes institucionales</b>	8	8
<b>Estudiantes</b>	5	5
<b>Prácticas preprofesionales</b>	11	7
<b>Investigación</b>	5	N/A <sup>10</sup>
Total indicadores	45	37
Total variables	127	80

**Fuente:** Ceaaces, 2014 y 2015. **Elaboración:** autores.

Ecuador cuenta actualmente con un total de 23 carreras de medicina vigentes (Sniese, 2017); sin embargo, para la evaluación del entorno de aprendizaje (2014) se consideraron 22 carreras distribuidas en 21 universidades. La evaluación incluyó, además de los aspectos que se mencionan en la siguiente sección, a las prácticas

<sup>10</sup> En la evaluación de Odontología no se incluye el criterio Investigación como en el caso de Medicina; no obstante, esto no quiere decir que no se midan resultados de investigación en Odontología, sino de hecho, que se consideran menos indicadores que se incluyen en el criterio Academia.

clínicas<sup>11</sup> en escenarios del sistema nacional de salud y prácticas comunitarias. Para ese año, la carrera contaba con 41.220 estudiantes, 3.532 profesores e investigadores (Ceaaces, 2015). De las IES que ofertan la carrera de medicina, el 48% son públicas, el 29% cofinanciadas y el 23% autofinanciadas<sup>12</sup>. Adicionalmente, considerando el número de estudiantes inscritos, el 67% de los médicos se forman en las instituciones públicas, el 26% en instituciones cofinanciadas y un 7% en universidades autofinanciadas (Ceaaces, 2015).

En el caso de odontología, la evaluación del entorno de aprendizaje se realizó en agosto de 2015 e incluyó parámetros similares a los utilizados en la evaluación de medicina, con diferencias en la evaluación de las prácticas clínicas que en odontología tienen una estructura distinta. A la fecha de evaluación, las carreras de odontología tenían 9 944 estudiantes, 448 profesores a tiempo completo, 212 a medio tiempo y 242 a tiempo parcial (Ceaaces, 2016). De las quince carreras de odontología, el 40% se imparten en instituciones públicas, 40% en instituciones autofinanciadas y el restante 20% en instituciones cofinanciadas. En el caso de los estudiantes, esto implica que, el 55% de estudiantes forman parte de instituciones públicas, el 24% instituciones autofinanciadas y el restante 21% de instituciones cofinanciadas (Ceaaces, 2016).

A continuación, en la *Tabla 6* se presenta un resumen de las estadísticas mencionadas en los párrafos precedentes.

**Tabla 6:** Resumen de las carreras de medicina y odontología que fueron evaluadas.

<b>Resumen del proceso de acreditación para las carreras consideradas</b>		
<b>Carrera/ IES</b>	medicina	odontología
IES Públicas	48 %	40 %
IES privadas y cofinanciadas	52 %	60 %
Total estudiantes	41.220	9.944
Total profesores	3.532	902
Carreras aprobadas	10	10
Carreras no aprobadas	12	5
Total carreras	22	15

Fuente: Ceaaces, 2014 y 2015. Elaboración: autores.

<sup>11</sup> En Ecuador estas prácticas se realizan de manera estandarizada en el programa denominado “Internado Rotativo”, coordinado por el Ministerio de Salud y las carreras de Medicina.

<sup>12</sup> De acuerdo con el marco normativo ecuatoriano, las IES cofinanciadas reciben una parte de sus recursos del Estado, mientras que las autofinanciadas son instituciones privadas.

### 3.3 Habilitación profesional de medicina y odontología

La habilitación para el ejercicio profesional está establecida en el Art. 104 de la Ley Orgánica de Educación Superior (2010), donde se señala que el Ceaaces “desarrollará un examen de habilitación profesional para el ejercicio profesional, en aquellas carreras que pudieran comprometer el interés público, poniendo en riesgo la vida, la salud y la seguridad de la ciudadanía”. Es decir, en Ecuador la habilitación profesional es una actividad bastante nueva, considerando que este proceso existe desde hace más de una década en países de la región, como Chile (Eunacom) y México (Ceneval).

La aprobación del Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional – EHEP<sup>13</sup>, es un requisito indispensable para ejercer la profesión en las carreras de interés público, como por ejemplo, las carreras de medicina y odontología. Para el efecto, el Ceaaces diseña el examen con expertos académicos de cada área de conocimiento, utilizando principalmente reactivos de base estructurada y posteriormente validado externamente (Ceaaces, 2015). Es importante tomar en cuenta que cuando se trata de un proceso de evaluación de carrera, hasta ahora se han acogido los resultados del ENEC para la habilitación para el ejercicio profesional de los sustentantes<sup>14</sup>. En tal sentido, se pueden considerar un mismo examen.

La estructura del examen se elabora sobre la base de un temario que incluye contenidos sobre competencias y resultados de aprendizaje esperados de acuerdo con la carrera evaluada. De manera general, los exámenes contienen preguntas de interpretación, análisis, síntesis y toma de decisiones, y para el caso de carreras en el área de ciencias de la salud, el enfoque de las preguntas se basa en el “diagnóstico, el tratamiento, el pronóstico, la prevención y la rehabilitación” (Ceaaces, 2015, pág. 1).

Para el caso de las carreras de interés público, como medicina y odontología, la aplicación de este examen se realiza dos veces al año (Ceaaces, 2017).

Si bien el examen es sustentado por estudiantes y graduados de universidades nacionales, así como por profesionales extranjeros que no tienen formación de posgrado

---

<sup>13</sup> Por razones operativas, el Ceaaces estableció en 2014 que los resultados del Examen de Habilitación para el ejercicio profesional – EHEP, sean considerados en lo atinente para la evaluación de carreras, en la dimensión conocida como resultados de aprendizaje. Por tanto, considerando que la aplicación de este examen tiene dos implicaciones, una individual en el caso de la habilitación profesional, y otra institucional, ya que son empleados en el proceso de evaluación de una carrera; se puede inferir que existen incentivos fuertes al desempeño de los estudiantes en la sustentación del examen.

<sup>14</sup> Resolución N°115-CEAACES-SO-14-2014, con fecha 21 de julio de 2014.

registrada en la Senescyt; para el presente estudio se consideran únicamente a los estudiantes de las carreras.

## Medicina

La primera convocatoria para el examen de evaluación de estudiantes de medicina (2014) incluyó a 3.817 estudiantes, de los cuales 3.651 postulantes rindieron el examen. De acuerdo con el Informe de implementación del Examen del Ceaaces, el 40,5 % de postulantes del examen fueron hombres, y el 59,5 % mujeres; y las áreas que cubrió el examen fueron: medicina interna, pediatría, ginecoobstetricia, cirugía, áreas de salud mental y bioética, con un total de 110 preguntas (Ceaaces, 2015). Hasta finales de 2016, se han realizado cinco aplicaciones del examen a los estudiantes de último año.

## Odontología

La primera convocatoria al examen de evaluación de estudiantes y graduados de odontología (2015) incluyó a 1.891 sustentantes y se aplicó el examen a 1.864 postulantes, de los que el 67,9 % corresponden a mujeres, y el 32,1 % a hombres. Las áreas que cubrió el examen<sup>15</sup>, a través de 130 preguntas de base estructurada, fueron: rehabilitación oral, periodoncia, endodoncia y odontopediatría, cirugía, medicina interna y farmacología; y patología (Ceaaces, 2015). Hasta finales de 2016 se han realizado dos convocatorias.

Tabla 7: Resumen<sup>16</sup> de evaluación de resultados de aprendizaje por carrera y convocatoria

Carrera	medicina			odontología	
	oct-15	abr-16	sep-16	abr-16	sep-16
Convocatoria					
Aprobado	1.134	2.756	628	1.274	1.027
No aprobado	647	906	333	496	717
Total	1.781	3.662	961	1.770	1.744

Fuente: Ceaaces, 2017. Elaboración: autores.

<sup>15</sup>Disponible en: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2015/08/Temario-Odontolog%C3%ADa.pdf>

<sup>16</sup> Notar que se presentan resultados de la evaluación de Medicina desde la tercera convocatoria, y para el caso de Odontología desde la segunda, debido a la disponibilidad de datos relacionados con la Encuesta Nacional de Estudiantes.

Las cohortes seleccionadas para el análisis corresponden a las convocatorias de abril de 2016, por ser las más numerosas en ambos casos; así como por la información de contexto socioeconómico disponible en la información remitida por el Ceaaces.

### **3.4 Datos de estudiantes y carreras**

A partir del año 2016, el Ceaaces recolecta cierta información del contexto socioeconómico y capital cultural de los estudiantes convocados para rendir el examen, a través de una encuesta que contiene 5 secciones, sobre los siguientes aspectos (Ceaaces, 2016):

- Información general del estudiante como: género, edad, autoidentificación étnica, discapacidad, idiomas, y determinantes para elegir carrera, cambio de residencia para acceder a la carrera o interrupciones en los estudios.
- Conformación del hogar, el nivel educativo del jefe de hogar, fuentes de ingreso del jefe de hogar, características de la vivienda, bienes disponibles en el hogar y número de libros, entre otros.
- Fuentes de recursos educativos, recursos económicos o ingresos económicos del estudiante durante su formación académica y uso del internet.
- Percepciones sobre la calidad de las actividades de docencia, ambientes de aprendizaje, apoyo y retroalimentación, recursos educativos.

A más de esta información, es factible contar con información del contexto de las carreras disponibles en los informes de evaluación de carreras, tales como el año de creación, la categoría de la universidad a la que pertenece, el financiamiento de la universidad, entre otros.

## Capítulo IV

### 4. Análisis envolvente de datos (DEA)

#### 4.1 Introducción

El análisis envolvente de datos (en adelante DEA) es un método guiado por los datos, no paramétrico y no estadístico, que no requiere asumir formas funcionales de la función de producción o la distribución de las ineficiencias<sup>17</sup> (Johnes, 2006), utilizado para evaluar el desempeño de un conjunto de entidades pares o unidades de decisión, a través de un conjunto de múltiples insumos y resultados (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011) (Thanassoulis, y otros, 2016). Es decir, el DEA “es formalmente una metodología dirigida a las fronteras más que a las tendencias” (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011, pág. 2).

DEA se diferencia del análisis econométrico en dos aspectos fundamentales (Marinho, Resende, & Façanha, 1997):

- i. La frontera de eficiencia es obtenida de un procedimiento no paramétrico, como solución a un problema de programación fraccional no lineal.
- ii. Se enfoca en la eficiencia relativa, en contraste con un enfoque econométrico que considera tendencias centrales o planes promedio que pueden ser ajustado o asumidos para cada unidad de análisis.

De acuerdo con Johnes (2006), el DEA fue desarrollado por Charnes, Cooper, y Rhodes (1978) siguiendo a Dantzig (1951) y Farrell (1957). Varios autores citan a Farell como el precursor de las ideas modernas de DEA (Marinho, Resende, & Façanha, 1997). Por su parte, Cooper, Seiford y Zhu (2011) plantean que, desde su introducción formal en 1978, un número creciente de investigadores en diferentes áreas han reconocido que el DEA es una excelente y fácil metodología para modelar procesos y para evaluar desempeños.

Además, el análisis envolvente de datos abre las posibilidades en casos en los que no se pueden utilizar otros enfoques relacionados con las causalidades, complejas y a veces desconocidas, entre múltiples insumos y resultados, en unidades de decisión (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011). Sin embargo, la falta de asunciones sobre la distribución

---

<sup>17</sup> Johnes (2006) plantea que no se requiere restricciones, a pesar de que se deben considerar las características inusuales en funciones de producción, tales como monotonidad y convexidad.

estadística de los errores implica que no se estiman o se hacen pruebas de significancia de los parámetros de la función de producción (Johnes, 2006)<sup>18</sup>. El potencial del DEA para el análisis de la eficiencia se ha mostrado en aumento en los últimos años, considerando múltiples actividades, unidades de análisis, contextos y países (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011).

A pesar de sus limitaciones, la factibilidad de manejar múltiples insumos y resultados combinado con la ausencia de precios, hacen del DEA una metodología atractiva para estimar una función de producción y medidas derivadas de eficiencia en instituciones de educación superior (Johnes, 2006). En este sentido, su uso se ha enfocado principalmente en la medición de eficiencia tomando como unidades a instituciones, aunque en principio se aplicó a niveles departamentales al interior de las instituciones y no sobre las instituciones en sí, y utilizando la comparación o “*benchmarking*” entre diferentes unidades para elaborar rankings (Athanassopoulos & Shale, 1997). Estudios recientes muestran que la combinación de análisis de eficiencia en distintos niveles (IES, facultades, profesores y estudiantes), permiten tener una mejor interpretación de los resultados (Thanassoulis, y otros, 2016).

El análisis envolvente de datos es la metodología apropiada cuando el investigador está interesado en analizar la eficiencia de convertir múltiples insumos en múltiples resultados. DEA es una técnica de programación lineal que permite gestionar la comparación (*benchmarking*) de la mejor unidad de análisis, por ejemplo: una universidad. Así como distinguir adecuadamente cuáles unidades son eficientes, y cuáles son ineficientes. Más aún, DEA permite estimar los potenciales mejoramientos de las unidades de análisis ineficientes (Avkiran, 2001).

El análisis DEA, utiliza un concepto de eficiencia basado en (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011):

- iii. ***Eficiencia extendida en el sentido de Pareto – Koopmans***: la eficiencia total es alcanzada por cualquier unidad de análisis, si y sólo si, ningún insumo o resultado puede mejorarse, empeorando otro insumo o resultado. Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones en ciencias sociales o gestión, el nivel de eficiencia teórico no es conocido, por lo que se toma la

---

<sup>18</sup> Para estimar posibles intervalos de confianza, se propone el uso de *bootstrapping* sobre la muestra de unidades de decisión que se utilizan en el análisis. Para mayor detalle revisar (Simar & Wilson, 2000) (Simar & Wilson, 1998).

siguiente definición considerando únicamente la información que empíricamente se encuentra disponible.

- iv. **Eficiencia relativa:** una unidad de análisis puede considerarse como eficiente (100 % eficiente), en función de la evidencia disponible, si y sólo si, los desempeños de otras unidades de análisis no demuestran que algunos de sus insumos y resultados no pueden mejorar sin empeorar algunos de sus otros insumos y resultados.

Ruggiero (2004) hace una revisión de dos tipos de modelos para analizar la eficiencia en la producción. El primer grupo corresponde a i) modelos con insumos “discrecionales” o, dicho de otra forma, insumos sobre los cuales las unidades de análisis pueden influir o modificar; y el segundo grupo, ii) modelos considerando a insumos no discrecionales o exógenos. En particular, este segundo tipo de modelos tiene aplicaciones importantes en la educación, donde los estudios empíricos han encontrado evidencia que la influencia socioeconómica en los estudiantes es altamente responsable de los resultados educativos (Ruggiero, 2004).

En la revisión bibliográfica de las aplicaciones del DEA para medir eficiencia y productividad realizada por Emrouznejad, Parker y Tavares (2008), se menciona que hasta el 2007, se han identificado más de 4.000 artículos en revistas indexadas o capítulos de libros publicados. De acuerdo con los autores las áreas más populares para utilizar DEA son banca, educación (incluida educación superior), salud y eficiencia en hospitales.

A partir de las publicaciones pioneras de Charnes, Cooper y Rhodes en 1978 y 1995, ha existido un crecimiento exponencial de las publicaciones que miden la eficiencia o la productividad utilizando DEA (Emrouznejad, Parker, & Tavares, 2008). Entre las 20 revistas que más artículos de esta temática han publicado, destacan las siguientes en el área de la Economía: *Applied Economics (UK)*, *Socio-Economic Planning Sciences (UK)*, *International Journal of Production Economics (Netherlands)*, *Journal of Econometrics (Netherlands)*, *Applied Economics Letters (UK)*, *Review of Economics and Statistics (USA)* (Emrouznejad, Parker, & Tavares, 2008).

De acuerdo con Emrouznejad, Parker y Tavares (2008), se mantendrá un crecimiento de las publicaciones de esta temática debido a que la i) medición de la eficiencia y productividad de organizaciones grandes no es un ejercicio trivial, sino que requiere una compleja estructura de inputs y outputs, ii) la habilidad para obtener datos sin procesar para investigaciones es relativamente más fácil que hace una década. Pese a que ha



existido un incremento en las publicaciones de países en desarrollo, se prevé un estancamiento en las aplicaciones del DEA en estos contextos, considerando que las diferencias tecnológicas respecto a países más desarrollados, puede retrasar la adopción del DEA.

Existe una serie de entornos desarrollados para implementar DEA, comerciales (*Frontier Analyst*, *Warwick DEA*, *OnFront*, *IDEAS*), así como gratuitos para usos académicos (EMS y DEAP, R). También existe un repositorio digital donde se recogen desde 1995, bajo un solo paraguas, todo lo relacionado con DEA<sup>19</sup>: [www.deazone.com](http://www.deazone.com).

## 4.2 Frontera de eficiencia

Un concepto importante en el análisis de eficiencia es la frontera de eficiencia. En el estudio pionero desarrollado por Farrell (1957), se comparan indicadores de eficiencia con la frontera de producción (Martín, 2007). Para el efecto, Farrell parte de un caso simple de producción de una empresa que emplea dos factores de producción para producir un único producto, asumiendo que se conoce la función de producción y que esta opera con rendimientos constantes a escala (para que toda la información relevante se presente en un diagrama simple de isocuantas) (Farrell, 1957). Lo que en el mencionado estudio, Farrell define como frontera de producción es lo que hoy en día se conoce como frontera de eficiencia, ya que está conformada por aquellas unidades productivas que sean plenamente productivas (Martín, 2007).

En la *Figura 1*, se explica este concepto, a través de un conjunto de unidades de análisis considerando dos indicadores de eficiencia ( $X$  y  $Y$ ), y una isocuanta de producción<sup>20</sup> que permite analizar la frontera de eficiencia. Se pueden observar a las cuatro unidades de unidades de análisis (A, B, C y D), considerando dos indicadores de eficiencia:  $X$  (insumos) y  $Y$  (resultados). Si se considera una función de producción con rendimientos variables a escala (RVE), se observa que únicamente las unidades A (100; 75), C (300; 300) y D (500; 400) se encuentran sobre la recta negra. Es decir, estas unidades representan aquellas que maximizan los insumos  $X$  y los resultados  $Y$  para un determinado nivel de producción reflejado por la isocuanta. La metodología DEA permite encontrar esta frontera, integrada por las unidades de análisis más eficientes, asumiendo una determinada orientación del análisis (orientada por insumos o por

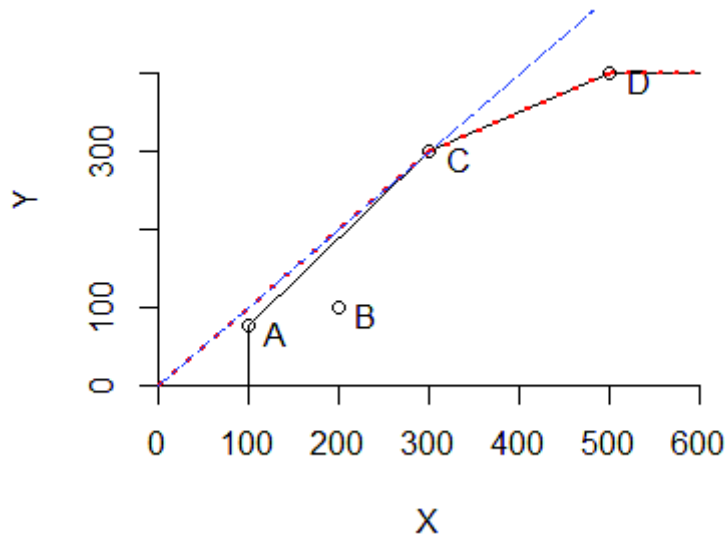
---

<sup>19</sup> En el presente estudio se emplea STATA.

<sup>20</sup> Se asume eficiencia orientada a los resultados. Para una mayor explicación se puede ver el capítulo 5.2

resultados) y una economía con determinados rendimientos (constantes o variables a escala).

Figura 1: Frontera de eficiencia.



Fuente: (Bogetoft & Otto, 2010). Elaboración: autores

La línea punteada azul describe por ejemplo, la lógica del análisis si se asume una función de producción con rendimientos constantes a escala (RCE). En este caso, la única unidad eficiente correspondería a la unidad C (300; 300). Finalmente, se observa que la línea entrecortada roja, considera una función de producción con rendimientos decrecientes a escala, por lo que las unidades C (300; 300) y D (500; 400) son eficientes. Es a partir de estas fronteras, en cada caso, denominadas “fronteras de eficiencia”, que se puede calcular la eficiencia de cada unidad de análisis.

De esta manera, se tiene que por ejemplo, la unidad de análisis B, no forma parte de la frontera eficiente por lo que se puede calcular el nivel de ineficiencia, dependiendo de la orientación del análisis. Por ejemplo, considerando rendimientos variables a escala y con una orientación orientada por resultados, se puede comparar el valor en Y de la proyección del punto B a la frontera de eficiencia, con el valor de Y punto B. Por otro lado, al comparar las coordenadas en X de ambos puntos B y B sobre la frontera de eficiencia, se analizaría una orientación por insumos. Los demás puntos (A, C y D) no tendrían ineficiencias ya que se encuentran sobre la frontera de eficiencia (Marinho, Resende, & Façanha, 1997).

### 4.3 Formulación del DEA – Modelos de Charnes, Cooper y Rhodes (CCR – RCE) y de Banker, Charnes y Cooper (BCC – RVE)

Como se menciona en capítulos anteriores, en la formulación del DEA se considera como Unidades de Decisión (DMU por sus siglas en inglés) a aquellas unidades sobre las que se realizará el análisis de eficiencia (en este caso, las carreras de odontología y medicina). El modelo DEA que se presenta a continuación se basa en Cooper, Seiford, & Zhu (2011).

Se asume que existen  $n$  DMUs a ser evaluadas. Cada DMU consume diferentes niveles de  $m$  insumos para producir  $s$  productos. De manera específica, la DMU <sub>$j$</sub>  consume una cantidad  $x_{ij}$  del insumo  $i$  para producir  $y_{rj}$  del producto  $r$ . Se asume que  $x_{ij} \geq 0$  y  $y_{rj} \geq 0$  y, adicionalmente, que cada DMU tiene al menos un valor positivo de un insumo y de un producto.

En principio, lo que se busca medir es la eficiencia de cada DMU considerando sus múltiples insumos y productos. Así, se parte de la construcción de un único producto virtual y un único insumo virtual, cuya relación representa el indicador de eficiencia de cada DMU, por lo que se constituye en la función objetivo a ser maximizada (eq. 4.1).

$$\text{máx } h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{r0}}{\sum_i v_i x_{i0}} \quad (\text{eq. 4.1})$$

En este caso, se busca maximizar el índice global de eficiencia de una DMU particular, es decir DMU <sub>$j$</sub> =DMU<sub>0</sub>. Es importante notar que las variables en este caso son  $u_r$  y  $v_i$ , mientras que  $x_{i0}$  y  $y_{r0}$  son los valores observados de insumos y resultados de la unidad “0”. Tal como se plantea el problema no es acotado, por lo que la maximización se restringe con los valores observados de eficiencia de las otras DMU, considerando las variables establecidas para el caso de la DMU<sub>0</sub>. En este sentido, ninguna se establece que ninguna eficiencia pueda superar el valor de 1 (eq. 4.2).

$$\text{máx } h_0(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \quad (\text{eq. 4.2})$$

*Sujeto a:*

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1, \quad \text{para } j = 1, \dots, n.$$

$$u_r, v_i \geq 0 \text{ para todo } i, r.$$

Como se observa, (eq. 4.2) constituye un problema de programación fraccional no lineal, con infinitas soluciones (ya que si  $(u^*, v^*)$  es una solución óptima, entonces  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  también es una solución óptima para todo  $\alpha > 0$ ). Lo que se plantea es seleccionar una solución particular, (por ejemplo:  $(u, v)$  tal que:  $\sum_i v_i x_{i0} = 1$ ) y solucionar el problema lineal equivalente en el que se cambia las variables de  $(u, v)$  por  $(\mu, v)$  (eq. 4.3).

$$\text{máx } z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \quad (\text{eq. 4.3})$$

*Sujeto a:*

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad \text{para } j = 1, \dots, n.$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\mu_r, v_i \geq 0 \text{ para todo } i, r.$$

El problema planteado anteriormente, constituye el primal del proceso de optimización de la eficiencia de las DMU; sin embargo, en general, el problema que se soluciona es el dual (eq. 4.4):

$$\theta^* = \min \theta \quad (\text{eq. 4.4})$$

*Sujeto a:*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

En el sentido económico del DEA, este modelo (eq. 4.4) responde al supuesto de “disponibilidad fuerte”; sin embargo, ignora la presencia de holguras (*slacks*) no nulas; al existir estas holguras en instituciones con eficiencia igual a 1, en la literatura se define como “eficiencia débil”.

Para analizar de mejor manera la presencia de *slacks*, se considerará la estimación de una segunda etapa en el proceso de optimización. Para ello, se supone que se encuentra una solución óptima en (eq. 4.4),  $z^* = \theta^*$ , tal que  $\theta^* \leq 1$ . Este valor de eficiencia corresponde a una DMU particular, por lo que se repite  $n$  veces (una por cada DMU <sub>$j$</sub> ). Las DMU con  $\theta^* < 1$  son consideradas ineficientes, mientras las DMU con  $\theta^* = 1$ , se encuentran sobre la frontera de eficiencia. Algunos de estos últimos pueden presentar *slacks* no nulos, lo cual debe considerarse adecuadamente ya que soluciones óptimas alternativas pueden presentar *slacks* no nulos en unos casos, pero no en otros. Para ello, se propone la estimación de una segunda etapa conforme (eq. 4.5).

$$\text{máx} \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (\text{eq. 4.5})$$

*Sujeto a:*

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta^* x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \text{ para todo } i, j, r.$$

Con ello, se establece las siguientes definiciones:

- i. **Eficiencia en DEA.** - El desempeño de la DMU<sub>0</sub> es totalmente eficiente (100%), si y solo si se cumplen: (1)  $\theta^* = 1$  y (2) todos los *slacks*  $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ .
- ii. **Eficiencia débil en DEA.** - El desempeño de la DMU<sub>0</sub> es débilmente eficiente si y solo si se cumplen: (1)  $\theta^* = 1$  y (2)  $s_i^{-*} \neq 0$  y/o  $s_r^{+*} \neq 0$  para algún  $i$  o  $r$  en algún óptimo alternativo.

El desarrollo anterior responde a una orientación hacia los insumos. De igual manera, se puede realizar el proceso de optimización desde un enfoque de orientación hacia los resultados, encontrando resultados análogos como se presenta en la [Tabla 8](#).

Tabla 8: Modelo DEA - CCR

---

**Orientación hacia los insumos**

---

$$\text{Min } \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \text{ para todo } i, j, r.$$

---

**Orientación hacia los resultados**

---

$$\text{Mán } \varphi + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi y_{r0}, \quad r = 1, 2, \dots, s.$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \text{ para todo } i, j, r.$$

Fuente: (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011). Elaboración: autores

La formulación presentada en la [Tabla 8](#), corresponde al modelo CCR del DEA, también conocido como el modelo DEA con Rendimientos Constantes a Escala (RCE).

Es importante notar que las formulaciones presentadas en la [Tabla 8](#) corresponden a una expresión equivalente de lo desarrollado previamente en este capítulo. En este caso,  $\varepsilon > 0$  es un elemento no arquimediano definido para ser menor que cualquier número real positivo.

Si se incluye la restricción (eq.4.6) en los modelos presentados en la [Tabla 8](#), la formulación corresponde al modelo DEA – BCC (esta inclusión corresponde a añadir una variable  $\mu_0$  en la formulación del primal).

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \quad (\text{eq. 4.6})$$

Esta inclusión, permite evaluar los retornos a escala (creciente, decreciente o constante); por lo que el modelo BCC también es conocido como modelo de Rendimientos Variables a Escala (RVE).

#### 4.4 DEA con insumos no discrecionales o exógenos

La función de producción educativa transforma insumos  $x = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_M)$  en resultados  $y = (y_1, \dots, y_i, \dots, y_S)$  para un conjunto de unidades de decisión ([Ruggiero, 2004](#)), en este caso instituciones de educación superior: 22 carreras de medicina y 15 carreras de odontología. Como se ha mencionado previamente, para la producción con insumos no discrecionales, como el caso de la educación, se requiere considerar un vector de variables de contexto socioeconómico (no discrecionales)  $z = (z_1, \dots, z_i, \dots, z_R)$ , que afectan la producción, y que tienen efectos poderosos en resultados de aprendizaje ([Case & Deaton, 1999](#)). De acuerdo con [Ruggiero \(2004\)](#), se asume, por conveniencia, que incrementar algún componente de  $z$  conduce a un ambiente más favorable, considerando *ceteris paribus* en los demás componentes de  $z$ . La tecnología de producción de un insumo  $x$  en un resultado  $y$  puede ser representada por el conjunto condicional:

$$L(y, z) = \{x: (y, x) \text{ es plausible dado } z\} \quad (\text{eq. 4.7})$$

Para cada vector  $y$  de resultados,  $L(y, z)$  tiene una *isocuanta* (eq. 4.7) y un subconjunto de eficiencia (eq. 4.8).

$$IsoL(y, z) = \{x: x \in L(y, z), \theta x \notin L(y, z), \theta \in [0,1]\} \quad (\text{eq. 4.8})$$

$$EfL(y) = \{x: x \in L(y, z), x' \notin L(y, z), x' \leq x\} \quad (\text{eq. 4.9})$$

##### 4.4.1 DEA en dos etapas

[Ray \(1991\)](#) propone un modelo que supera las debilidades del modelo de Banke y Morey ([1986](#)) y [Ruggiero \(1996\)](#), que son, respectivamente: no generar comparaciones en la frontera de eficiencia y descomponerse a medida que aumenta el número de insumos

no discrecionales para un número dado de observaciones y variables discrecionales (Ruggiero, 2004). Después de obtener el índice en la primera etapa usando el modelo (eq. 4.8), Ray usa un modelo de MCO en dos etapas entre el índice del modelo de una etapa y los factores no discrecionales analizados ( $z_i$ ):

$$F = \alpha + \beta_1 z_1 + \dots + \beta_R z_R + \varepsilon \quad (\text{eq. 4.10})$$

Luego, se puede calcular la eficiencia, en la segunda etapa<sup>21</sup> como:

$$RAY = F - \alpha - \beta_1 z_1 - \dots - \beta_R z_R \varepsilon \quad (\text{eq. 4.11})$$

La ventaja de esta representación, de acuerdo con el autor, es computacional. El enfoque en dos etapas requiere resolver el modelo DEA original una vez. Esto introduce flexibilidad considerable y permite un análisis de sensibilidad en la segunda etapa. Como resultado, diferentes conjuntos de insumos no discrecionales pueden ser probados (*testeados*). La flexibilidad añadida también supera la debilidad en el modelo propuesto por Ruggiero (1996). Si existe un largo número de variables no discrecionales, el análisis de la regresión proporciona los medios para ponderar explícitamente la contribución que cada factor no discrecional tiene sobre la estimación de la primera etapa. No obstante, hay algunos inconvenientes en este enfoque:

Primero, el límite superior sobre el índice de eficiencia obtenido en la primera etapa es 1, guiando a una muestra censurada. Por tanto, la estimación por MCO es sesgada<sup>22</sup>. Segundo, el modelo requiere de una especificación a priori de forma funcional. Se puede usar una forma funcional flexible para superar este problema. Para el caso de datos simulados, Ruggiero (2006) utiliza especificaciones lineales y logarítmicas, que producen resultados similares. Tercero, como en el caso de la estimación en una etapa, el modelo puede sobreestimar la ineficiencia, debido a los ajustes. Finalmente, si las variables no discrecionales están correlacionadas con la eficiencia, existe endogeneidad de los resultados. Este último caso se trata en Ruggiero (2003) (Ruggiero, 2004, pág. 333).

---

<sup>21</sup> Que tendrá una media de cero. Esto puede ser mejorado ajustando el intercepto en una manera similar a la usada en los modelos de MCO corregidos.

<sup>22</sup> Una solución a este problema potencial es usando Tobit. McCarty y Yaisawarnng (1993) usa un modelo de segunda etapa Tobit en un análisis de eficiencia del distrito escolar de New Jersey.



#### 4.5 Otros modelos DEA: Modelo Simar – Wilson

Sobre la metodología propuesta, es importante tomar en cuenta que Simar y Wilson (2007) establecen que los enfoques que consideran los modelos de dos etapas no son adecuados en la mayoría de casos ya que no se describe de manera coherente el proceso de generación de datos en el caso de los factores exógenos, y, adicionalmente muestran una complicada y no explicable correlación entre las eficiencias estimadas. Para ello proponen un doble proceso de *bootstrap*, estimando la segunda etapa a través de Máxima Verosimilitud (MV) de una regresión truncada<sup>23</sup>. El proceso se describe a continuación:

1. Primero, se generan muestras independientes, idénticamente distribuidas a través de *bootstrap* – pseudodatos,  $(x_i^*, y_i^*, z_i^*)$  de una densidad  $\hat{f}(x, y, z)$ .
2. Usando lo propuesto en (5), se obtiene  $\hat{\delta}_i = \hat{\delta}(x_i, y_i | \hat{L}(\cdot))$ ,  $\forall i = 1, \dots, n$ .
3. Usar el método de máxima verosimilitud para obtener una estimación  $\hat{\beta}$  de  $\beta$ , así como  $\hat{\sigma}_\varepsilon$  de  $\sigma_\varepsilon$ , de la regresión truncada (análoga a (eq. 4.10)), considerando  $m < n$  observaciones tal que:

$$\hat{\delta}_i = z_i \hat{\beta} + \varepsilon_i > 1$$

$\varepsilon_i$  sigue la distribución:  $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ , con truncamiento izquierdo en  $1 - \varphi(z_i \beta)$ , para cada  $i$ , considerando:  $\delta_i = \varphi(z_i \beta) + \varepsilon_i \geq 1$ , donde  $\varphi$  es una función suave y continua,  $\beta$  es un vector de (posiblemente infinitos) parámetros y  $\varepsilon_i$  es independiente de los  $z_i$ .

4. Se itera sobre los siguientes tres pasos,  $L$  veces hasta obtener un conjunto de estimaciones *bootstrap*  $A = \{(\hat{\beta}^*, \hat{\sigma}_\varepsilon^*)\}_{b=1}^L$ :
  - a. Para cada  $i=1, \dots, m$ , estimar  $\varepsilon_i$  de la distribución  $N(0, \hat{\sigma}_\varepsilon^2)$  con truncamiento izquierdo  $(1 - z_i \hat{\beta})$ .
  - b. Computar otra vez, para cada  $i=1, \dots, m$ :  $\delta_i^* = z_i \hat{\beta} + \varepsilon_i$ .
  - c. Usar el método de máxima verosimilitud para estimar la regresión truncada de  $\delta_i^*$  sobre  $z_i$ , obteniendo las estimaciones  $(\hat{\beta}^*, \hat{\sigma}_\varepsilon^*)$ .

---

<sup>23</sup> Banker y Natarajan (2008) realizan un estudio en el que muestran, a través de simulaciones de Montecarlo, que los modelos de dos etapas con MCO, MV o Tobit tienen resultados análogos. Por su parte Simar y Wilson (2011), muestran que esto sólo sucede con varios supuestos como: asumir que el efecto de las variables de ambiente es monótono, asumir independencia de las variables de ambiente con relación a los insumos, y que el proceso de ineficiencia es independiente de los insumos, lo cual el modelo de Simar y Wilson (2007) no asume.

5. Usar los valores de *bootstrap* de  $A$  y las estimaciones originales de  $\hat{\beta}$  y  $\hat{\sigma}_\varepsilon$  para construir intervalos de confianza estimados para cada elemento de  $\beta$  y para  $\sigma_\varepsilon$ .

#### 4.6 Orientación del Análisis Envolvente de Datos

Como se ha señalado en la sección previa de este capítulo, existen dos orientaciones para aplicar el DEA: i) orientación por insumos o contracción; y ii) orientación por resultados o expansión. De acuerdo con Avkiran (2001), la primera implica minimizar los insumos utilizados manteniendo constantes los resultados obtenidos (por ejemplo para ahorrar costos o reducir el tamaño). Por otro lado, la segunda orientación se refiere a maximizar los resultados manteniendo los insumos fijos, el cual puede ser el caso del enfoque de la administración que busca elevar la productividad sin aumentar la base de recursos. Una anotación importante es que “cuando ninguna de las entradas es controlable por la administración solo se puede especificar el modelo de maximización de la salida” (Avkiran, 2001, pág. 66). Este es un elemento sustancial para decidir sobre la orientación de los Modelos.

Básicamente los insumos utilizados en los modelos propuestos buscan capturar el capital humano de los procesos educativos: profesores y estudiantes. Parece razonable asumir que los insumos son controlables por las instituciones y sus carreras, no obstante, es necesario considerar las políticas de admisión de estudiantes en las carreras de medicina y odontología del sistema de educación superior ecuatoriano. En el caso de las carreras de universidades privadas (autofinanciadas o cofinanciadas), existen mecanismos y políticas de admisión definidas por las propias instituciones; no así en el caso de las carreras de universidades públicas, en donde a partir del año 2012 se ha implementado un sistema nacional de admisión y nivelación (SNNA), que permite postular a una carrera dependiendo de la calificación obtenida en el examen estandarizado de aptitudes y habilidades, denominado ENES (Examen Nacional para la Educación Superior). Es decir, los estudiantes no son seleccionados por las universidades públicas y sus carreras, así como tampoco los profesores, quienes deben participar de un concurso de méritos y oposición públicos.

El presente estudio en su afán exploratorio e inédito podría abordar las dos orientaciones, no obstante, con estas consideraciones previas, el análisis de los resultados debería enfocarse en el DEA orientado a los resultados. El DEA enfocado hacia los insumos determinará conclusiones interesantes de política pública relacionada

con la planificación de cupos en las universidades y los procesos de admisión establecidos.

En cada una de las orientaciones del DEA se puede encontrar holguras en insumos y resultados. Al respecto Avkiran (2001) propone:

Por ejemplo, bajo la minimización de la entrada, las posibles mejoras indicadas por DEA pueden sugerir el aumento de una o más de las salidas mientras se disminuyen las entradas. Tales holguras representan productos que están sub-producidos. De forma similar, bajo la maximización de la salida, los resultados pueden sugerir el aumento de las salidas así como también la reducción de las entradas (es decir, una holgura de entrada). En tal caso, la reducción de insumos implica entradas sobre-utilizadas. (Avkiran, 2001, pág. 66)

#### **4.7 Rendimientos constantes y variables a escala**

El comportamiento de los rendimientos representa una característica principal de la producción de resultados basados en insumos. Los rendimientos pueden ser constantes a escala (RCE) y variables a escala (RVE). Cuando se utiliza RCE se asume que no existe una relación significativa entre la eficiencia de las unidades de análisis y la escala o el tamaño de las operaciones, es decir, al considerar RCE tanto las carreras de universidades grandes así como las carreras más pequeñas son igual de eficientes en convertir insumos en resultados (Avkiran, 2001). Con RCE tanto la orientación por insumos así como por resultados, produce la misma eficiencia relativa (Avkiran, 2001).

Con RVE se consideran las diferencias significativas que se pueden producir por la escala. Es así como un incremento de los insumos, por ejemplo, puede producir un aumento desproporcionado de la eficiencia en las unidades de análisis con una mayor escala, respecto a las más pequeñas (Avkiran, 2001). Drake y Howcroft (1994), citados por Avkiran (2001) recomiendan RVE cuando se tiene una correlación significativa entre el tamaño de las unidades de análisis (puede utilizarse como proxy al número de profesores y estudiantes de cada carrera o universidad) y sus niveles de eficiencia, en una muestra grande.

Avkiran (2001) propone que una manera alternativa de decidirse por RCE o RVE es comparar la eficiencia obtenida de los modelos que utilizan ambos rendimientos. Si los resultados son distintos, entonces es más seguro utilizar RVE, puesto que entonces se puede distinguir la eficiencia técnica respecto a la eficiencia de escala. En el caso contrario, se puede elegir RCE cuando no existen diferencias entre las eficiencias

encontradas en RCE y RVE sin que esto genere dudas sobre la mezcla entre la eficiencia de escala y la eficiencia técnica.

El valor obtenido en la eficiencia con RCE representa la eficiencia técnica, que básicamente mide las ineficiencias relacionadas con la configuración de insumos y resultados, así como la eficiencia relacionada con la escala (el tamaño de las operaciones en cada unidad de análisis). Por otro lado, el puntaje de la eficiencia con RVE representa la eficiencia técnica pura, es decir, la eficiencia técnica sin incluir la eficiencia relacionada con la escala. De esta manera, la eficiencia técnica (ET) se puede descomponer en eficiencia técnica de escala (ETE) y eficiencia técnica pura (ETP), por tanto, Avkiran (2001) propone que<sup>24</sup>:

$$TE = ETP \times ET \quad (eq. 4.12)$$

El autor también describe el proceso para indagar qué tipo de RVE puede tener cada unidad de análisis (DMU por sus siglas en inglés). A saber, los RVE pueden ser rendimientos crecientes a escala (IRS por sus siglas en inglés) o rendimientos no crecientes a escala (NIRS, ídem). En este último caso, se distinguen los RCE y los rendimientos decrecientes a escala (RDE).

Para hacer este análisis, se repite el DEA con NIRS y los puntajes de eficiencia se comparan. Debido a que, por definición, NIRS implica RCE o RDE, si el puntaje para una DMU considerando RVE es igual que NIRS, entonces esa DMU está funcionando con RDE (rendimientos decrecientes a escala). Por otro lado, si el puntaje de RVE no es igual al puntaje de eficiencia con NIRS, entonces la DMU debe estar funcionando con IRS (rendimientos crecientes a escala). (Avkiran, 2001, pág. 67)

En el estudio de Avkiran (2001), si bien se menciona que es factible asignar ponderaciones en insumos y resultados para recoger su importancia en el proceso productivo, no se consideran ponderaciones, para no interrumpir la optimización.

---

<sup>24</sup> Ver Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer Science & Business Media.

## Capítulo V

### 5. Modelos de análisis de eficiencia

Calcular la eficiencia relativa en diferentes modelos del desempeño de las unidades de análisis en varias dimensiones (por ejemplo: docencia, investigación, servicios) genera elementos importantes para la toma de decisiones (Avkiran, 2001), y a nivel específico permite una fácil interpretación, que también es algo importante (Bogetoft & Otto, 2010). El argumento en un modelo de desempeño de las universidades, desde el enfoque de producción, es que las universidades emplean personas para producir graduados y generar resultados de investigación. Este enfoque es usado por Avkiran (2001) para analizar la eficiencia técnica y de escala de universidades en Australia, a través de tres modelos: i) Rendimiento general (incluye investigación); ii) rendimiento en el desarrollo de servicios educativos; y iii) rendimiento de los pagos en matrículas.

Para el caso de las carreras de medicina y odontología en Ecuador se pueden generar dimensiones particulares para el análisis de eficiencia, con base en la literatura revisada en el capítulo II y la información disponible de los procesos de evaluación y acreditación de estas carreras descrita en el capítulo III. La selección de los insumos y resultados considerados en la función de producción educativa son discutidos en los capítulos I y II.

#### 5.1 Modelos propuestos para analizar la eficiencia

Para Bogetoft y Otto (2010) una cuestión fundamental para elegir las medidas de eficiencia usadas tiene que ver con lo controlable que resulten estas medidas para las unidades de análisis. Para los autores, tiene sentido que la “controlabilidad”, permita interpretar mejor los análisis de eficiencia, ya que no es muy informativo o no tiene una motivación sólida evaluar un desempeño sobre factores que no controlan las unidades de análisis<sup>25</sup>. De esta manera, la elección de los insumos y resultados permiten distinguir

---

<sup>25</sup> Sin embargo, es importante considerar que de acuerdo con Ruggiero (2004), incluir factores no discrecionales, o dicho de otra forma, no controlables, permite identificar en un DEA en dos o más etapas, una eficiencia más asociada a la gestión de los insumos y resultados.

entre la eficiencia que deviene de la asignación de factores fijos a las unidades de análisis, y eficiencia técnica que depende en gran medida de insumos discrecionales.

Tomando en cuenta esta consideración, los modelos propuestos consideran la “*controlabilidad*” de las medidas de eficiencia, pero también la revisión de la literatura teórica y empírica presentada en los capítulos I y II. De esta manera, retomando, la formulación matemática presentada previamente, se tiene que cada insumo posible de producción de la institución  $i$  ( $x_{ij}$ ), corresponde a:

- i. **Personal académico** ( $x_{i1}$ ): número de profesores con dedicación a tiempo completo o equivalente (Tomkins y Green, 1990) (Johnes y Johnes, 1993) (Coelli et al., 1996) (Avkiran, 2001),.
- ii. **Estudiantes** ( $x_{i2}$ ): número de estudiantes a tiempo completo (Tomkins y Green, 1990) (Coelli et al., 1996) (Avkiran, 2001),

Las medidas de eficiencia consideradas para cada  $y_{ij}$ , corresponden a los resultados obtenidos del proceso educativo de la carrera, en particular en tres ejes:

- a. **Resultados en procesos educativos:** que se refieren a los resultados obtenidos de los procesos de enseñanza-aprendizaje: i) ( $y_{i1}$ ) la tasa de retención, que permite capturar las capacidades de la carrera para mantener a los estudiantes en particular durante los dos primeros años; así como ii) ( $y_{i2}$ ) la tasa de titulación de estudiantes de medicina y odontología, en los periodos reglamentarios.
- b. **Resultados de investigación:** que para este caso implica capturar los resultados de la producción científica, es decir i) ( $y_{i3}$ ) el número de artículos académicos por profesor publicados en revistas indexadas mundial y regionalmente; y ii) ( $y_{i4}$ ) el número de libros o capítulos de libros revisados por pares.
- c. **Resultados en habilitación profesional:** que implica capturar los resultados en el proceso obligatorio de habilitación profesional para medicina y odontología, para lo cual se propone utilizar i) ( $y_{i5}$ ) el porcentaje de estudiantes que aprueban, y ii) ( $y_{i6}$ ) su promedio de calificaciones.

La selección de estas variables se fundamenta en dos razones. Primero, por un motivo práctico correspondiente a la información disponible de los procesos de evaluación y acreditación de la calidad de carreras. En segundo lugar, por la revisión de la literatura que se discute en el capítulo II.

Tabla 9: Variables utilizadas en los Modelos propuestos (continúa en la siguiente página)

Var	Etiqueta	Tipo	Definición
$x_1$	Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva <sup>26</sup>	Insumo	$PTC + 0,5 \times PMT + 0,25 \times PTP$ Donde: <i>PTC</i> : Total de profesores a tiempo completo. <i>PMT</i> : Total de profesores con dedicación a medio tiempo. <i>PTP</i> : Total de profesores con dedicación a tiempo parcial.
$x_2$	Número de estudiantes	Insumo	Número de estudiantes matriculados en todos los niveles de la carrera.
$y_1$	Tasa de retención	Resultado	$\frac{TER}{TEC}$ Donde: <i>TER</i> : Número de estudiantes de la cohorte definida, que permanecen en el periodo actual en la carrera. <i>TEC</i> : Número de estudiantes matriculados en la cohorte que ingresó hace dos años a la carrera.
$y_2$	Tasa de titulación	Resultado	$\frac{TEG}{TECG}$ Donde: <i>TER</i> : Número de estudiantes de la cohorte definida, que se titularon en el periodo reglamentario. <i>TECG</i> : Número de estudiantes de la cohorte definida <sup>27</sup> .
		Resultado	$\sum_{i=1}^{NSJR} (1 + 3,61 \times SJR_i) + M$ Donde: <i>SJR<sub>i</sub></i> : Índice de impacto de la revista <i>i</i> -ésima (indexada en

<sup>26</sup> Se utiliza la variable del Ceaaces presente en los Modelos de evaluación del entorno de aprendizaje de las carreras de Medicina y Odontología: Estudiantes por profesor a tiempo completo o equivalente.

<sup>27</sup> Para seleccionar la cohorte de la tasa de graduación, el Ceaaces considera el periodo que se obtiene al sumar la duración de la carrera (por ejemplo, seis años en el caso de los médicos), con el periodo de gracia otorgado por el marco normativo del sistema de educación superior, contados antes del proceso de evaluación (Medicina, 2014 y Odontología 2015).

$y_3$	Índice de artículos indexados Índice de artículos indexados <sup>28</sup>		<i>Scopus</i> ) donde se publicó el artículo <i>i</i> -ésimo. <i>NSJR</i> : Número de artículos publicados en <i>Scopus</i> por profesores de la carrera. <i>M</i> : Número de artículos publicados en <i>Latindex</i> por profesores de la carrera.
$y_4$	Índice de libros y capítulos de libros <sup>29</sup>	Resultado	$\sum_{i=1}^{L_i, CL_i} (L_i + 0,5 \times CL_i)$ Donde: $L_i$ : Libro <i>i</i> -ésimo revisado por pares y publicado. $CL_i$ : Capítulo de libro <i>i</i> -ésimo revisado por pares y publicado.
$y_5$	Tasa de aprobación del Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional	Resultado	$\frac{TEA}{TEHP}$ Donde: $TEA$ : Número de estudiantes que aprobaron el examen de habilitación para el ejercicio profesional del Ceaaces. $TEHP$ : Número de estudiantes que rindieron el examen.
$y_6$	Promedio de calificaciones en el Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional	Resultado	$\frac{1}{TEHP} \times \sum_{i=1}^{TEHP} Calificación_i$

Fuente: Ceaaces, 2014 y 2015. Elaboración: Autores

### 5.1.1 Modelo 1: Eficiencia global

El primer modelo propuesto incluye todos los insumos y resultados descritos en la [Tabla 9](#). El objetivo es analizar la coherencia existente con los modelos de eficiencia en procesos educativos, investigación y habilitación profesional, así como el poder de discriminación ([Avkiran, 2001](#)) que presentan.

<sup>28</sup> Se crea una suma de los numeradores de dos indicadores del Ceaaces: i) índice de producción científica y ii) investigación regional. En el caso de medicina estas variables consideran también un valor asignado por el tipo de publicación entre 0,06325 y 1. El factor 3,61 que multiplica al factor de impacto de la revista indexada en Scopus, implica que un artículo con un SJR igual a 1 equivale a 3 artículos publicados en revistas presentes en *Latindex*.

<sup>29</sup> Se utiliza el numerador del indicador Libros o capítulos de libros publicados.



Tabla 10: Modelo de eficiencia global

Insumos	Resultados
Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva	Tasa de retención
	Tasa de titulación
	Índice de artículos indexados
Número de estudiantes	Índice de libros y capítulos de libros
	Tasa de aprobación del examen
	Promedio de calificaciones de estudiantes

### 5.1.2 Modelo 2: Eficiencia en procesos educativos

Este modelo de desempeño se enfoca en los resultados esperados del desarrollo de los procesos educativos, considerando como insumos a los actores claves (estudiantes y profesores con dedicación a tiempo completo). De acuerdo con Avkiran (2001), el número de profesores captura el capital físico en la dimensión de los insumos. Los resultados esperados se relacionan con la retención de los estudiantes (es decir, el porcentaje de estudiantes que se mantienen durante los dos primeros años de la Carrera, que es el periodo en el que se suele evidenciar una mayor tasa de deserción) y la titulación de estos (en tanto, el porcentaje de estudiantes graduados respecto a una cohorte de referencia).

Tabla 11: Modelo de eficiencia en procesos educativos

Insumos	Resultados
Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva	Tasa de retención
Número de estudiantes	Tasa de titulación

### 5.1.3 Modelo 3: Eficiencia en la investigación

El tercer modelo de desempeño se refiere a la investigación<sup>30</sup> científica de las carreras, cuyos resultados corresponden principalmente al número de publicaciones, el cuál es parte de los procesos de evaluación con fines de acreditación de carreras que realiza el Ceaaces. Estos resultados se cuantifican como i) el número de publicaciones en revistas indexadas en Scopus o Latindex, y ii) el número de libros y/o capítulos de libros con revisión por pares. Además, es importante considerar que estos resultados, que forman parte de la evaluación de la calidad de la educación en el sistema de educación superior

<sup>30</sup> Varios autores han utilizado indicadores de eficiencia relacionados con la investigación (ver por ejemplo estudios referenciados por Avkiran (2001): Beasley, 1990; Johnes y Johnes, 1993-1995; Ahn et. al, 1988; Stern et al., 1995) y otros como (Taylor & Harris, 2004).

ecuatoriano, inciden indirectamente en la asignación de fondos a universidades con financiamiento público.

Tabla 12: Modelo de eficiencia en investigación

Insumos	Resultados
Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva	Índice de artículos indexados
Número de estudiantes	Índice de libros y capítulos de libros

#### 5.1.4 Modelo 4: Eficiencia en la habilitación profesional

Finalmente, el último modelo de desempeño busca capturar el aporte con profesionales de la carrera al mercado laboral<sup>31</sup>. En particular, en las carreras de ciencias de la Salud en Ecuador se realiza un proceso de habilitación para el ejercicio profesional a través de un examen estandarizado. De manera similar a los modelos propuestos previamente, se consideran como insumos el número de profesores y estudiantes. Los resultados de la habilitación profesional, como un proceso particular en las áreas de Ciencias de la Salud, en varios países de América Latina, tales como Chile y Ecuador, se refieren a la calificación promedio obtenida por los estudiantes de cada carrera y el porcentaje de estudiantes que aprueban el Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional. Es importante mencionar que esta corresponde a una dimensión que no se ha estudiado antes.

Tabla 13: Modelo de eficiencia en habilitación para el ejercicio profesional

Insumos	Resultados
Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva	Tasa de aprobación del Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional
Número de estudiantes	Promedio de calificaciones en el Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional

<sup>31</sup> Esta es una de las aportaciones del presente trabajo de investigación. No se ha encontrado referencias en la literatura para este enfoque de la eficiencia.

## Capítulo VI

### 6. Análisis y resultados

#### 6.1 Eficiencia de las carreras de medicina

Ecuador cuenta actualmente con un total de 23 carreras de medicina vigentes (Sniese, 2017); sin embargo, para la evaluación del entorno de aprendizaje (2014) se consideraron 22 carreras distribuidas en 21 universidades. De estas 22 carreras, 2<sup>32</sup> no presentaron cohortes de estudiantes titulados durante el periodo considerado para la evaluación, razón por la que los resultados se analizan a partir de 20 carreras consideradas en el análisis de todos los modelos de eficiencia propuestos. Este número de unidades de análisis es aceptable, considerando que un tamaño de muestra mínimo, que permita discriminar las carreras eficientes de las ineficientes debe ser mayor o igual al producto del número de insumos y resultados (Boussofiane & Dyson, 1991 citado por Avkiran, 2001 y Barros & Dieke, 2008).

En la *Tabla 14* se observan algunas estadísticas de las variables presentes en los modelos propuestos. Las carreras de medicina cuentan con un promedio de 70,7 profesores con dedicación exclusiva, así como con 1.335,7 estudiantes, también en promedio, en cada carrera. Es importante notar que existe una alta desviación estándar en el número de estudiantes de las carreras, lo que implica que existe una heterogeneidad importante en el tamaño de las carreras.

Además, se observa una tasa de titulación (o graduación) promedio (38,12 %) comparativamente superior a otros países de la región<sup>33</sup>: Panamá 24, 2 %; México 21,6 %; Colombia 21,1 %; Chile 15,3 %, aunque inferior a la tasa bruta de graduación de Costa Rica: 50,13 % e incluso de Ecuador, que en 2015 fue de 35,5 % (UNESCO, 2018). Sin embargo, es importante señalar que estas comparaciones resultan en cierta medida sesgadas, ya que la educación médica tiene sus propias particularidades (se muestran en este caso, las tasas brutas de graduación de la educación superior en general de algunos países de la región), así como también debido al cálculo que se realiza para

---

<sup>32</sup> Las carreras pertenecen a la Universidad Espíritu Santo y la Universidad de las Américas.

<sup>33</sup> Información disponible en <http://uis.unesco.org/indicador/edu-compl-cgr-ggr> Se muestran datos de la tasa bruta de graduación en educación superior del año 2015.

obtenerlas<sup>34</sup>. Por otro lado, en el caso de la tasa de retención, se observa que la deserción de los dos primeros años es, en promedio, relativamente baja: 16,65 %.

**Tabla 14:** Estadísticas de indicadores utilizados en Modelos de Eficiencia de las carreras de medicina

<b>Variab</b> les	<b>Promedi</b> o	<b>Desviación</b> estándar	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva</b>	70,70	41,12	23,00	156,50
<b>Número de estudiantes</b>	1.335,70	1.319,90	258,00	5671,00
<b>Índice de artículos indexados</b>	61,75	91,38	0,00	283,54
<b>Índice de libros y capítulos de libros publicados</b>	2,17	3,00	0,00	12,00
<b>Tasa de titulación</b>	38,12	19,32	8,69	84,09
<b>Tasa de retención</b>	83,35	18,53	36,31	100,00
<b>Tasa de aprobación del examen de habilitación para el ejercicio profesional</b>	78,56	16,83	52,84	100,00
<b>Promedio de calificaciones en el examen de habilitación para el ejercicio profesional</b>	64,92	4,61	59,92	75,93

Fuente: Datos Ceaaces, 2015. Elaboración: Autores.

El índice de artículos indexados es en promedio comparativamente más alto (61,7) que el índice de libros o capítulos de libros (2,17), lo cual estaría relacionado con la producción científica propia del área de medicina. Cabe recalcar que existen carreras cuya producción de publicaciones y libros es nula, razón por la que, como se verá más adelante, en el Modelo de eficiencia en investigación se realizan consideraciones de tipo metodológico para el análisis de resultados.

Finalmente, se observa un promedio considerable de la tasa de aprobación (78, 55 %) de estudiantes que rinden el Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional de medicina, superior incluso a la tasa de graduación.

Para decidirse por el tipo de retornos a escala sobre el cual se realiza el análisis DEA, se analiza, siguiendo la propuesta de Avkiran (2001), la correlación existente entre las eficiencias con rendimientos constantes a escala en los modelos propuestos con el tamaño de las unidades de análisis en la Tabla 15. Se utiliza como indicador del tamaño

<sup>34</sup> En el caso de los datos presentados de la UNESCO, la tasa bruta de graduación se calcula como el número de graduados independientemente de la edad en un determinado nivel o programa expresado como porcentaje de la población en edad teórica de graduación de ese nivel o programa (UNESCO, 2018).

de las carreras de medicina, al número ponderado de profesores con dedicación a tiempo completo. En la [Tabla 15](#) se muestran las correlaciones obtenidas. En la mayoría de los casos observados se tiene una relación negativa superior a 0,7, salvo en la correlación obtenida de la eficiencia global, por insumos y resultados, que es de -0,51<sup>35</sup>. En el caso de la correlación existente entre la eficiencia obtenida en investigación y el tamaño de las carreras de medicina, se observa una correlación positiva cercana a cero. De esta manera, siguiendo a Avkiran (2001), se considera razonable elegir a los rendimientos variables a escala para el análisis DEA de los modelos propuestos.

**Tabla 15:** Correlación entre la eficiencia de los Modelos con rendimientos constantes a escala y el tamaño de las carreras de medicina

<b>Indicador</b>	<b>Número ponderado de profesores</b>
<b>Eficiencia global (input)</b>	-0,51
<b>Eficiencia procesos educativos (input)</b>	-0,76
<b>Eficiencia en investigación (input)*</b>	0,01
<b>Eficiencia en habilitación profesional (input)</b>	-0,78
<b>Eficiencia global (output)</b>	-0,51
<b>Eficiencia docencia (output)</b>	-0,75
<b>Eficiencia habilitación (output)</b>	-0,78

\*Debido a la existencia de valores iguales a cero en los casos de investigación, únicamente se estima el modelo con orientación a los insumos.

### 6.1.1 Eficiencia con orientación a los insumos

La orientación a los insumos o minimización de los insumos se refiere, como se discute en el capítulo IV, a mantener constantes los resultados de los Modelos propuestos y analizar cuán sobre producidos están siendo los resultados o, dicho de otra forma, cuánto se podrían reducir los insumos para obtener los mismos resultados. El tipo de rendimientos a escala utilizados es rendimientos variables a escala (RVE), que representan la eficiencia técnica pura o expresado de otra manera, “las habilidades de gestión” de los tomadores de decisión en las carreras, sin considerar la escala o tamaño de estas (Avkiran, 2001).

En la [Tabla 16](#) se visualizan los resultados de las carreras en los cuatro modelos de análisis propuestos.

---

<sup>35</sup> Es importante notar que las estimaciones DEA con rendimientos constantes a escala no varían, en casi todos los casos, si se realiza con orientación a insumos u orientación a resultados. Las razones se discuten en la sección IV: Metodología.

En el caso de la eficiencia global, se observa que 7 carreras (el 35 % de las carreras) se encuentran sobre la frontera de eficiencia, de las cuales 3 son autofinanciadas, 2 cofinanciadas y 2 públicas. En promedio, la eficiencia obtenida por las carreras de medicina incluidas en el análisis es de 0,73, con una desviación estándar de 0,25, que demuestra una heterogeneidad importante en las carreras de medicina. Por esta razón, se debe considerar el rol que juega la escala o tamaño de las carreras para la eficiencia técnica. Además, se puede notar que las carreras con una eficiencia menor a 0,5 (es decir, la mitad de eficientes respecto de las más eficientes) pertenecen a universidades públicas. Esto plantea interrogantes importantes sobre el tipo de financiamiento de las carreras y universidades más eficientes en el caso de la educación médica de grado. Se puede decir que en general, las universidades privadas, autofinanciadas y cofinanciadas, (0,82 de eficiencia promedio) resultan ser más eficientes que las universidades públicas (0,65 de eficiencia promedio).

**Tabla 16:** Resultados de los modelos de eficiencia con rendimientos variables a escala y orientación a los insumos de las carreras de medicina<sup>36</sup> (continúa en la siguiente página)

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia global</b>	<b>Eficiencia procesos educativos</b>	<b>Eficiencia investigación</b>	<b>Eficiencia habilitación profesional</b>
Universidad Técnica De Manabí	0,38	0,38	0,32	0,32
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	0,80	0,62	0,68
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	0,23	0,28	0,23
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,87	0,38	0,87	0,38
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,75	0,75	0,74	0,74
Universidad Técnica Particular De Loja	0,52	0,52	0,52	0,52
Universidad De Guayaquil	0,58	0,24	0,48	0,21
Universidad San Francisco De Quito	1,00	0,70	1,00	0,69
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	0,40	1,00	0,40
Universidad De Cuenca	1,00	0,38	1,00	0,37
Universidad Nacional De Loja	0,49	0,49	0,39	0,42
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00
Universidad Técnica De Machala	0,86	0,86	0,77	0,75

<sup>36</sup> Se encuentran resaltadas en verde las carreras eficientes en todos los modelos y en rojo la carrera con mayores niveles de ineficiencia.

Universidad Nacional Del Chimborazo	0,49	0,49	0,41	0,41
Universidad Central Del Ecuador	1,00	0,19	1,00	0,18
Universidad Técnica De Ambato	0,48	0,48	0,39	0,45
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,38	0,38	0,31	0,32
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	0,69	0,74	0,56
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>Promedio</i>	0,73	0,57	0,69	0,53
<i>Desviación estándar</i>	0,25	0,26	0,27	0,26
<i>Porcentaje eficientes</i>	35,00 %	15,00 %	35,00 %	15,00 %

En el caso de la eficiencia en procesos educativos, es decir en cuanto a las tasas de retención y eficiencia terminal, se observa que disminuye el número de carreras consideradas como eficientes en el modelo de eficiencia global, de 7 a 3 carreras. Asimismo, se observa una disminución del promedio de eficiencia (0,57), aunque se observa una desviación estándar similar. En este caso, de las 11 carreras con una eficiencia menor a 0,5 se tiene que 3 pertenecen a universidades cofinanciadas y 8 carreras tienen financiamiento público; es decir, como en la eficiencia global, se observa que las carreras de universidades privadas tienen una eficiencia en procesos educativos en promedio mayor (0,67) respecto a las carreras de universidades públicas (0,48).

En cuanto a la investigación científica, medida como la producción de artículos indexados y libros o capítulos de libros revisados por pares, se tiene que, de manera análoga a la eficiencia global de las carreras, 7 carreras son consideradas como eficientes, lo que equivale al 35 % de las carreras analizadas. El promedio obtenido de eficiencia, no obstante, es menor (0,69) y la desviación estándar es también similar (0,27). Existen 7 carreras con una eficiencia menor a 0,5, de las cuales apenas una es cofinanciada. En promedio, las carreras de medicina de universidades públicas tienen una eficiencia técnica pura menor (0,52), respecto a las universidades privadas (0,81). Vale notar que, en el caso de la producción científica, las universidades privadas son casi tan eficientes, en promedio, como en la eficiencia global de las carreras.

Como en el caso de la eficiencia en investigación, se tiene que tres carreras son eficientes en habilitación profesional, lo que representa el 15 % de las carreras analizadas. Además, se tiene también que tanto el promedio (0,53), así como la desviación estándar (0,26) son similares a los modelos previos. Respecto a la eficiencia en habilitación profesional de las carreras de universidades públicas (0,41) es similar a la eficiencia de estas universidades en términos de los procesos educativos (0,42), mientras que la eficiencia en habilitación profesional de las carreras de medicina de

universidades autofinanciadas y cofinanciadas es de 0,65. Finalmente, como en el caso de la eficiencia técnica pura en investigación, 11 carreras tienen un rendimiento menor a 0,5 en la eficiencia, de las cuales 3 corresponden a universidades cofinanciadas y 8 son carreras de medicina de universidades públicas.

Asimismo, es importante notar como existe coherencia en los resultados obtenidos de la eficiencia en los distintos modelos, ya que, como se esperaría, una carrera eficiente en investigación, procesos educativos o habilitación profesional, también lo es en términos de la eficiencia global. Esto implica que los modelos propuestos tienen un poder de discriminación significativo (Avkiran, 2001). Se observa finalmente que, tres carreras son eficientes en todos los modelos propuestos, y pertenecientes a universidades privadas: Universidad Internacional del Ecuador, Universidad del Azuay (universidades autofinanciadas) y la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues (cofinanciada); así como que la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo tiene el rendimiento en eficiencia menor, en todos los modelos.

Como se mencionó previamente en la sección 5.3, es factible descomponer la eficiencia técnica en eficiencia técnica pura o habilidades de gestión y eficiencia de escala, es decir la eficiencia técnica asociada al tamaño de la unidad de análisis. Asimismo, en la sección 5.4 se hace referencia a la identificación de los rendimientos a escala de cada carrera, que básicamente tiene que ver con el tamaño de cada una en su relación con la frontera de eficiencia. De esta manera, de acuerdo con Avkiran (2001) se tiene que una carrera con rendimientos crecientes a escala obtendrá un crecimiento de sus resultados, en promedio mayor al incremento realizado en los insumos en el proceso productivo, razón por la que su nivel de productividad todavía puede seguir creciendo sin afectar negativamente su eficiencia. En el caso de las carreras que funcionan con rendimientos decrecientes a escala, se puede interpretar que su nivel de productividad promedio crece menos que el incremento en los insumos, por lo que no es factible seguir creciendo y mantener el nivel de eficiencia alcanzado. Al contrario, en el caso de las carreras con este tipo de rendimientos, lo recomendable es que disminuyan su tamaño.

En el caso de las carreras con rendimientos constantes a escala, se puede interpretar que un incremento promedio en productividad es equivalente al incremento que se puede realizar en los insumos considerados, razón por la que se puede decir que su tamaño de operaciones es el tamaño de escala de mayor productividad (MPSS por sus siglas en inglés) u óptimo.



En la [Tabla 17](#) se observa que la eficiencia de escala promedio (0,91) de las carreras de medicina es mayor que la eficiencia técnica (0,71) y la eficiencia técnica pura (0,73). Esto plantea que los problemas relacionados con la eficiencia técnica se asocian, más que al tamaño de las carreras, a la gestión realizada en cada una de estas, es decir a la eficiencia técnica pura. Asimismo, se observa que la desviación estándar de las eficiencias técnica y pura es ostensiblemente mayor que la desviación estándar de la eficiencia de escala. Este es un elemento considerado como fundamental para el análisis posterior respecto a la estimación Simar Wilson ya que, si la mayor parte de las ineficiencias se explica por las habilidades de gestión y no por el tamaño de las carreras, entonces se puede usar como variable dependiente a la eficiencia técnica pura (RVS) en lugar de la eficiencia técnica (CRS).

**Tabla 17:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia global con orientación a los insumos de las carreras de medicina (continúa en la siguiente página)

Universidad	Eficiencia técnica	Eficiencia técnica pura	NIRS_TE	Eficiencia de escala	Rendimientos a escala
Universidad San Francisco De Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS*
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS*
Universidad De Cuenca	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS*
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS*
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS*
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS*
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	0,87	1,00	0,99	DRS**
Universidad Central Del Ecuador	0,85	1,00	1,00	0,85	DRS**
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	0,80	1,00	1,00	CRS*
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	0,79	1,00	1,00	DRS**
Universidad Técnica De Machala	0,79	0,86	1,00	0,91	IRS***
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	0,75	1,00	0,98	IRS***
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	0,52	1,00	0,95	IRS***
Universidad De Guayaquil	0,49	0,58	1,00	0,84	DRS**
Universidad Técnica De Ambato	0,48	0,48	1,00	1,00	CRS*
Universidad Nacional De Loja	0,45	0,49	1,00	0,92	IRS***
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	0,49	1,00	0,91	IRS***

Universidad Técnica De Manabí	0,35	0,38	1,00	0,92	IRS***
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	0,38	0,75	0,92	IRS***
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	0,28	1,00	0,99	DRS**
<i>Promedio</i>	0,71	0,73	0,99	0,96	
<i>Desviación estándar</i>	0,25	0,25	0,05	0,05	

\* Retornos constantes a escala<sup>37</sup> (CRS por sus siglas en inglés).

\*\*Retornos decrecientes a escala (VRS por sus siglas en inglés).

\*\*\*Retornos crecientes a escala (IRS por sus siglas en inglés).

De la [Tabla 17](#) también se puede desprender que 8 carreras de medicina (el 40 % de las carreras analizadas) se encuentran en su tamaño de escala más productivo o dicho de otra forma que no necesitan crecer o disminuir su tamaño para aumentar su eficiencia. De estas, 3 pertenecen a universidades públicas (Universidad Laica Eloy Alfaro, Universidad de Cuenca y Universidad Técnica de Ambato), 3 son autofinanciadas (Universidad San Francisco de Quito, Universidad Internacional del Ecuador y Universidad del Azuay) y 2 son cofinanciadas (Universidad Tecnológica Equinoccial y Universidad Católica de Cuenca sede Azogues).

Además, 7 carreras (35 %) funcionan con rendimientos crecientes a escala, es decir, pueden seguir creciendo sin disminuir su eficiencia; de las que, 5 pertenecen a universidades públicas (Universidad Técnica de Manabí, Universidad Nacional de Loja, Universidad Técnica de Machala, Universidad Nacional de Chimborazo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) y 2 corresponden a carreras de medicina de universidades cofinanciadas (Universidad Católica de Cuenca matriz y Universidad Técnica Particular de Loja).

Asimismo, las 5 carreras restantes (25 %) operan con rendimientos decrecientes a escala, es decir, pueden reducir su tamaño para mejorar sus niveles de eficiencia. En este caso, es importante notar que se encuentran dos carreras de las dos universidades más grandes del país. Por un lado, la carrera de medicina de la Universidad Central del Ecuador, con un total de 3.980 estudiantes y por otro, la Universidad de Guayaquil que tuvo durante la evaluación un total de 5.671 estudiantes cursando la carrera de medicina. A estas carreras se suman 2 carreras de universidades cofinanciadas: Pontificia Universidad Católica del Ecuador (1.156 estudiantes) y Universidad Católica

---

<sup>37</sup> En ([Avkiran, 2001](#)) se denota a CRS como el tamaño de escala más productivo (MPSS por sus siglas en inglés).

de Santiago de Guayaquil (1.470 estudiantes), y 1 universidad autofinanciada: la Universidad Regional Autónoma de los Andes (1.029 estudiantes).

Para analizar las posibles causas de los niveles de eficiencia presentados en la [Tabla 17](#) se pueden analizar las holguras o *slacks* encontrados en la eficiencia técnica pura con relación a los insumos y resultados del Modelo de eficiencia global. Se muestran estos resultados en la [Tabla 18](#) y [Tabla 19](#) calculando las mejoras posibles en los insumos y resultados a partir de los *slacks* obtenidos del DEA.

Tabla 18: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los insumos de las carreras de medicina. Parte 1

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	73,00	1838,00	1375,60	0,00	11,25	0,00	1,37
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	37,25	1624,00	553,03	0,00	12,05	1,00	1,49
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	132,00	1156,00	1156,00	16,29	46,95	2,00	2,00
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	71,25	1470,00	684,92	214,07	214,07	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	560,15	0,00	9,46	0,00	1,15
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	107,15	500,00	500,00	17,02	54,97	1,50	1,50
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	124,00	5671,00	3448,41	59,13	161,78	5,00	5,00
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	68,75	372,00	372,00	283,54	283,54	1,00	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	77,25	654,00	654,00	181,78	181,78	5,00	5,00
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	77,25	1599,00	1599,00	149,44	149,44	7,00	7,00
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,5	58,50	912,00	724,88	0,00	11,55	0,00	1,40
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32	32,00	258,00	258,00	61,12	61,12	1,50	1,50
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	14,00	14,00	1,50	1,50
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,25	534,00	322,95	12,63	13,03	0,00	1,37
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	56,00	837,00	674,24	0,00	11,20	0,00	1,36
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	156,50	3980,00	3980,00	212,32	212,32	12,00	12,00
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	61,50	868,00	718,88	6,93	13,01	0,00	1,46
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	73,75	1220,00	1009,65	0,00	11,26	1,00	1,39
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	43,25	1029,00	595,52	6,72	23,58	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	209,36	0,00	9,31	1,00	1,16

Se presentan resaltadas en color verde aquellas carreras que son fuertemente eficientes y en rojo la carrera menos eficiente.

Tabla 19: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los insumos de las carreras de medicina. Parte 2

Universidad	Eficiencia global	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente	Aprobación	Aprobación eficiente	Calificación	Calificación eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	48,04	78,54	81,57	93,25	60,40	92,71	61,16	65,73
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	39,02	84,09	100,00	100,00	73,04	99,44	62,43	70,36
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	51,63	69,64	87,39	94,39	98,02	99,96	70,28	71,96
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	56,70	58,71	77,92	91,63	81,56	98,89	65,21	71,86
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	21,29	66,03	36,31	77,96	52,84	77,99	59,92	59,92
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	16,19	55,81	66,67	90,98	82,00	99,62	64,66	75,90
Universidad De Guayaquil	0,49	32,97	57,67	99,23	99,23	74,05	96,20	63,86	68,94
Universidad San Francisco De Quito	1,00	60,87	60,87	91,67	91,67	100,00	100,00	71,41	71,41
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	41,51	41,51	79,38	79,38	100,00	100,00	69,96	69,96
Universidad De Cuenca	1,00	53,90	53,90	93,22	93,22	94,97	94,97	67,80	67,80
Universidad Nacional De Loja	0,45	8,69	80,58	88,34	95,73	66,81	95,22	61,49	67,43
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	55,81	55,81	91,30	91,30	100,00	100,00	75,93	75,93
Universidad Del Azuay	1,00	84,09	84,09	100,00	100,00	100,00	100,00	70,39	70,39
Universidad Técnica De Machala	0,79	19,28	78,69	80,23	93,40	65,75	92,99	61,00	65,85
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	27,42	78,14	80,23	92,75	54,60	92,12	60,03	65,39
Universidad Central Del Ecuador	0,85	32,21	32,21	95,34	95,34	91,43	91,43	66,32	66,32
Universidad Técnica De Ambato	0,48	19,02	84,09	100,00	100,00	85,81	99,70	63,86	70,37
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	25,49	78,60	81,75	93,31	63,83	92,85	61,15	65,77
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	50,62	81,35	100,00	100,00	67,21	98,87	60,85	70,12
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	17,74	65,01	36,62	76,77	58,82	76,92	60,75	60,75

Se presentan resaltadas en color verde aquellas carreras que son fuertemente eficientes, y en rojo la carrera menos eficiente.

Los *slacks* se interpretan considerando la orientación a minimización de insumos, por lo tanto, los *slacks* de las variables i) número ponderado de profesores con dedicación a tiempo completo y ii) estudiantes, se refieren a que se podría disminuirlos para obtener el mismo nivel de producción. Asimismo, en el caso de los *slacks* de las variables de resultados, se interpretan como posibles incrementos de la productividad. Es importante tomar en cuenta que los datos utilizados en los modelos DEA tuvieron una transformación previa, siguiendo a Sarkis (2007), de tal manera que:

$$X_i^{transformado} = \frac{X_i}{\chi_i} \quad (eq. 6.1)$$

Donde la transformación de  $X_i$ , que representa cada insumo y resultado considerado, se obtiene dividiendo el valor original  $X_i$  para el promedio de todas las carreras<sup>38</sup> ( $\chi_i$ ). Por tanto, se pueden calcular las posibles mejoras, denotadas como las variables en su nivel eficiente ( $X_i^{eficiente}$ ) asociadas a las holguras obtenidas en cada variable, de la siguiente manera<sup>39</sup>:

$$X_i^{eficiente} = X_i + \Delta_i \times \chi_i \quad (eq. 6.2)$$

Donde  $\Delta_i$  es el *slack* de cada insumo o resultado en la estimación DEA. Nótese que si el *slack* es nulo, entonces no existe mejora posible.

Volviendo a los resultados de mejoras posibles, se tiene entonces que las 7 carreras consideradas como eficientes en el modelo global con rendimientos variables a escala y orientación a los insumos presentan eficiencia fuerte; es decir, no admiten mejoras sin empeorar otro insumo o resultado empleado.

Por otro lado, a modo ilustrativo se analizan las mejoras posibles de la carrera con un desempeño menor en eficiencia global (0,28): Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Esta carrera podría incrementar sus resultados en el índice artículos indexados en un 188,2 %; además, para ser eficiente debería pasar de una tasa de titulación de 51,63 % a 69,64 %, así como una tasa de retención de 87,39 % a 94,39 %. En lo

---

<sup>38</sup> Si bien este tipo de transformaciones suele utilizar la desviación estándar como denominador, no fue factible realizarlo considerando la cantidad de valores nulos que existe sobre todo en las variables relacionadas con la investigación.

<sup>39</sup> Cabe recalcar que el objetivo de eficiencia de cada insumo se obtiene como  $\theta_i \times X_i$ , donde  $\theta_i$  representa la eficiencia de cada unidad, y por tanto el *slack* total del insumo  $X_i$  es igual a  $(1 - \theta_i) \times X_i$ .

relacionado al Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional de medicina, se observan holguras bastante pequeñas. En el caso de la tasa de aprobación, esta carrera alcanzaría la eficiencia si pasa de una tasa del 98,02 % al 99,96 %, y obtiene un promedio de las calificaciones de sus estudiantes que rinden este examen, de 71,96 en lugar de 70,28. Por tanto, se puede plantear que el principal problema relacionado con la eficiencia global de esta carrera tiene que ver con los resultados de investigación alcanzados, lo que podría devenir en un análisis interno de las causalidades posibles de una baja producción científica, un bajo impacto en revistas publicadas en bases de datos de impacto mundial y por ende un incipiente índice de artículos indexados. Entre ellas, se pueden considerar el análisis de la distribución horaria de profesores con horas de investigación, los niveles de colaboración externa de la producción científica y las condiciones necesarias para los procesos de investigación en el área de medicina, que suelen utilizar más recursos y tiempo que otras áreas como las Ciencias Sociales o la Administración.

#### **6.1.1.1 Modelo Simar - Wilson para el análisis de eficiencia con orientación a los insumos de las carreras de medicina**

Una vez obtenidas las estimaciones de la eficiencia a través de la metodología DEA, que incluye factores discrecionales o asociados en cierta medida a la gestión de las carreras, se puede estimar en una segunda etapa la influencia de los factores no discrecionales, o dicho de otro modo, que no pueden controlar las carreras, a través de una estimación econométrica. Se considera una función de producción educativa cuya variable dependiente corresponde al puntaje de eficiencia global alcanzado por las carreras de medicina, utilizando una tecnología de producción con rendimientos constantes a escala para construir la frontera de eficiencia, así como la orientación a los insumos.

Las variables no discrecionales de las carreras fueron obtenidas principalmente de dos fuentes:

- i) Encuesta Nacional de Estudiantes, que contiene la información socioeconómica y de capital cultural de estudiantes que rinden el Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional, y
- ii) Información de cada carrera, obtenida de los informes de evaluación disponibles en sitio web del Ceaces.

Así, la estimación econométrica se realiza siguiendo la metodología implementada por Simar y Wilson (2007), que realiza un *bootstrapping* y una estimación de máxima

verosimilitud sobre una regresión truncada que incluye únicamente a las carreras ineficientes, con el objetivo de detectar las ineficiencias no explicadas por la frontera de eficiencia construida con la metodología DEA.

En la [Tabla 20](#) se muestran las estadísticas de variables no discretivas cuantitativas; sin embargo, también se utilizan variables categóricas que se emplean como *dummies* en el análisis, entre las que destacan aspectos que no pueden controlar las carreras tales como: la categoría de evaluación de la universidad, el tipo de financiamiento, el cantón en donde se ubica el campus, entre otros.

[Tabla 20](#): Estadísticas básicas de medicina sobre variables no discretivas

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Mujeres</b>	Porcentaje de mujeres que rinden el examen	59,03	8,44	30,00	68,85
<b>Intento</b>	Promedio de número de inscripciones al examen de los estudiantes de la carrera	1,23	0,26	1,00	1,88
<b>Extranjero</b>	Porcentaje de estudiantes extranjeros que rinden la evaluación	1,87	1,51	0,00	5,56
<b>Primera vez</b>	Porcentaje de estudiantes que rinden la evaluación por primera vez	84,91	17,97	38,26	100
<b>Años de la carrera</b>	Años de fundación de la carrera, contados hasta la evaluación	37,85	47,60	2,00	151

Fuente: Datos Ceaaces, 2017. Elaboración: Autores.

En la [Tabla 21](#), se presenta la estimación Simar Wilson utilizando como variable dependiente a la eficiencia técnica del Modelo de eficiencia global, que considera a un total de 14 carreras (6 carreras se excluyen ya que son eficientes). En este caso las variables exógenas consideradas son tipo de financiamiento de la IES, Porcentaje de estudiantes que representan una minoría étnica, porcentaje de estudiantes extranjeros, porcentaje de estudiantes que rindieron el examen de habilitación profesional de medicina y años de vigencia de la carrera desde su fundación hasta la evaluación realizada.

Los coeficientes son, en su mayoría, significativos al 99 %, salvo en los casos de IES particulares autofinanciadas, cofinanciadas y porcentaje de minoría étnica. En estos últimos casos, los coeficientes se presentan como significativos al 90 %.



Tabla 21: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global en medicina

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Percentil [95% Intervalo de Confianza]	
<b>Eficiencia global</b>						
<b>Particular autofinanciada</b>	0,31	0,35	0,88	0,38	-0,03	1,12
<b>Particular cofinanciada</b>	0,20	0,11	1,80	0,07	-0,02	0,42
<b>Pública</b>	Omitido por colinealidad					
<b>Minoría</b>	-0,02	0,01	-1,81	0,07	-0,05	0,00
<b>Extranjero</b>	-0,10	0,04	-2,15	0,03	-0,19	-0,01
<b>Primera vez</b>	-0,01	0,00	-2,48	0,01	-0,02	0,00
<b>Años carrera</b>	0,00	0,00	2,07	0,04	0,00	0,00
<b>Constante</b>	1,38	0,34	4,10	0,00	0,76	2,01
<b>Sigma</b>	0,15	0,03	4,85	0,00	0,05	0,17
<b>R2</b>	0,61					
<b>R2 Ajustado</b>	0,38					

Se puede interpretar los resultados como una correlación existente entre las variables analizadas; así, se observa que las carreras de medicina de universidades privadas cofinanciadas son en promedio un 20 % más eficientes con relación a las públicas; las carreras con 1 % más de estudiantes pertenecientes a minorías étnicas, son en promedio 2 % menos eficientes; las carreras con un año más de existencia, son en promedio 0,2 % más eficientes; y las carreras con un 1 % más de estudiantes que rinden el examen de habilitación profesional por primera vez, disminuyen su eficiencia técnica en un 1 %.

### 6.1.2 Eficiencia con orientación a los resultados

Por su parte, la orientación a los resultados implica maximizar los resultados posibles sujetos a mantener constantes los insumos de los Modelos propuestos y analizar cuán sobre utilizados están siendo los insumos, para medir cuanto podría incrementar la producción de los resultados. De manera análoga al análisis de la eficiencia con orientación a los insumos, se emplean para estos modelos DEA rendimientos variables a escala. En la [Tabla 22](#) se visualizan los resultados de las carreras en los tres modelos de análisis propuestos<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> Por la existencia de resultados de investigación iguales a cero en varias carreras de Medicina, no fue factible estimar el Modelo de eficiencia en investigación con orientación a los resultados.

**Tabla 22:** Resultados de los modelos de eficiencia con rendimientos variables a escala y orientación a los resultados de las carreras de medicina<sup>41</sup>

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia global</b>	<b>Eficiencia procesos educativos</b>	<b>Eficiencia habilitación profesional</b>
Universidad Técnica De Manabí	0,84	0,82	0,81
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	1,00	1,00	0,82
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,98	0,87	0,98
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,92	0,78	0,86
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,81	0,36	0,81
Universidad Técnica Particular De Loja	0,85	0,67	0,85
Universidad De Guayaquil	1,00	0,99	0,84
Universidad San Francisco De Quito	1,00	0,92	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	0,79	1,00
Universidad De Cuenca	1,00	0,93	0,95
Universidad Nacional De Loja	0,88	0,88	0,81
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00
Universidad Técnica De Machala	0,84	0,80	0,80
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,83	0,80	0,79
Universidad Central Del Ecuador	1,00	0,95	0,91
Universidad Técnica De Ambato	1,00	1,00	0,86
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,84	0,82	0,81
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	1,00	1,00	0,80
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	0,47	1,00
<i>Promedio</i>	0,94	0,84	0,88
<i>Desviación estándar</i>	0,07	0,17	0,08
<i>Porcentaje eficientes</i>	55,00 %	25,00 %	25,00 %

Se observa que el porcentaje de carreras eficientes en el modelo eficiencia global con orientación a los resultados, es superior a la eficiencia en este mismo modelo con

<sup>41</sup> Se muestran resaltadas en color verde las carreras eficientes en todos los modelos y en rojo la carrera con menor nivel de eficiencia.

relación a los insumos. Es decir, en el Modelo global con orientación a los insumos se tiene que 7 carreras son eficientes, mientras que en este caso, existen 11 carreras (55 % de las carreras) eficientes. Asimismo, se observa que el promedio de eficiencia es considerablemente más alto (de 0,73 en el modelo anterior a 0,94 en este modelo). Esto, sumado al hecho que la desviación estándar es pequeña, es suficiente para afirmar que en general, las carreras de medicina son más eficientes cuando se busca maximizar los resultados obtenidos, en lugar de minimizar los insumos disponibles.

De las carreras eficientes en este Modelo, 5 corresponden a universidades públicas (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Guayaquil, Universidad Técnica de Ambato, Universidad Central del Ecuador y Universidad de Cuenca); 4 pertenecen a universidades autofinanciadas (Universidad San Francisco de Quito, Universidad del Azuay, Universidad Internacional del Ecuador y Universidad Regional Autónoma de los Andes); y 2 son carreras de universidades cofinanciadas (Universidad Tecnológica Equinoccial y Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues).

Además, se puede observar que el promedio de eficiencia de las universidades públicas (0,92) es menor al promedio general de eficiencia en este modelo de eficiencia global (0,94); y por ende, es también menor al promedio de eficiencia de las carreras de medicina de universidades cofinanciadas y autofinanciadas (0,96). En el Modelo de eficiencia global con orientación a los insumos, también se observa que las carreras de medicina de universidades públicas son menos eficientes que las carreras del resto del sistema, por lo que este hallazgo apoya esta noción.

Por otro lado, en el Modelo de eficiencia en procesos educativos y eficiencia en habilitación profesional se observan promedios de eficiencia y porcentajes de carreras eficientes menores a los presentados en el Modelo de eficiencia global, aunque con una mayor heterogeneidad (0,17 de desviación estándar).

Respecto a la eficiencia en procesos educativos, en donde existen 5 carreras eficientes, es interesante notar que el promedio de eficiencia de las carreras de universidades públicas (0,90) es superior al promedio de eficiencia de otras carreras del sistema (0,79). Es decir, los desempeños en tasas de retención y titulación son relativamente más altos en las carreras de universidades públicas, que en otras carreras del sistema. Si bien esto podría sonar extraño, se puede considerar que las universidades públicas cuentan con mecanismos más efectivos que las universidades privadas para prevenir la deserción. No obstante, esta conjetura no necesariamente es plausible en todas las universidades públicas, en donde la tasa de matrícula es bastante alta. Un tema no

menos importante, podría ser la valoración que dan los estudiantes que logran acceder a carreras de medicina en universidades públicas mediante el sistema de nivelación y admisión de carreras (SNNA) que suele colocar los umbrales de puntajes más altos para las carreras de Ciencias de la Salud en general, y en particular para las carreras de medicina<sup>42</sup>.

En el caso de las tasas de titulaciones, es importante notar que las carreras de medicina tienen como última etapa de formación práctica al programa de internado rotativo, que se realiza en escenarios de prácticas reales (hospitales, clínicas, centros de salud, entre otros), denominados Unidades Asistenciales Docentes – UAD (CES-MSP, 2018). En tal sentido, la titulación de los estudiantes está altamente relacionada con el programa de internado rotativo y, por tanto, una mayor eficiencia de las carreras de universidades públicas puede estar asociada al seguimiento y gestión del programa de internado.

Además, se observa que de las carreras eficientes, 2 pertenecen a universidades públicas (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y Universidad Técnica de Ambato) y 3 son autofinanciadas (Universidad Internacional del Ecuador, Universidad del Azuay y Universidad Autónoma de los Andes). Sin embargo, es importante resaltar que estos resultados se refieren a la eficiencia (técnica y pura), razón por la cual, los resultados encontrados en los modelos propuestos no deben confundirse con los niveles de calidad educativa de las instituciones, que están fuera del alcance de la presente investigación.

Finalmente, en lo relacionado con la eficiencia de la habilitación profesional, se observa un nivel de eficiencia promedio mayor al nivel de eficiencia en procesos educativos, pero con una heterogeneidad menor (en este modelo la desviación estándar es 0,07). En este caso, llama la atención que ninguna de las 5 carreras eficientes pertenece a una universidad pública, y más bien hay un predominio de las universidades autofinanciadas. De hecho, el promedio de eficiencia de las universidades privadas (0,93) es significativamente mayor que el promedio de eficiencia de las universidades públicas (0,84).

Como en el caso de la eficiencia con orientación a los insumos, se observa que los modelos propuestos tienen un poder de discriminación significativo (Avkiran, 2001), ya que las carreras que son eficientes en procesos educativos o habilitación profesional también son eficientes en el Modelo global. Se observa finalmente que dos carreras son

---

<sup>42</sup> Ver puntajes referenciales en [www.sнна.gov.ec](http://www.sнна.gov.ec)

eficientes en todos los modelos propuestos y pertenecen a universidades privadas: Universidad Internacional del Ecuador y Universidad del Azuay (universidades autofinanciadas); y una carrera de una universidad cofinanciada (Universidad Católica de Cuenca sede Azogues) tiene el rendimiento en eficiencia menor, en todos los modelos.

En la [Tabla 23](#) se observa que la eficiencia técnica tiene un promedio (0,71) menor que la eficiencia técnica pura (0,94) o que la eficiencia de escala (0,75). Esto plantea, a diferencia del análisis de la eficiencia con orientación a los insumos, que la eficiencia técnica pura o habilidades de gestión tiene un buen desempeño en todas las carreras, y que existe, debido a la heterogeneidad en el tamaño de las carreras de medicina, cuestiones de la eficiencia asociadas a la escala. Es interesante notar que cuando se minimizan los insumos utilizados, la gestión de las carreras aparece como un elemento importante a considerarse, mientras que cuando se trata de maximizar los resultados, cobra una mayor relevancia la escala de las unidades de análisis. En este caso, para el análisis de los factores no discrecionales en la segunda etapa, se propone utilizar por esta razón, a la eficiencia técnica como variable dependiente, porque esta contiene a la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala y, además, porque es ahí donde se evidencia una mayor heterogeneidad y un menor promedio en la eficiencia.

**Tabla 23:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina (continúa en la siguiente página)

Universidad	Eficiencia técnica	Eficiencia técnica pura	NIRS_T E	Eficiencia de escala	Rendimientos a escala
Universidad San Francisco De Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad De Cuenca	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	0,92	1,00	0,93	DRS
Universidad Central Del Ecuador	0,85	1,00	1,00	0,85	DRS

Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	1,00	1,00	0,80	DRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	1,00	1,00	0,79	DRS
Universidad Técnica De Machala	0,79	0,84	1,00	0,94	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	0,81	1,00	0,91	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	0,85	1,00	0,57	IRS
Universidad De Guayaquil	0,49	1,00	1,00	0,49	DRS
Universidad Técnica De Ambato	0,48	1,00	1,00	0,48	DRS
Universidad Nacional De Loja	0,45	0,88	1,00	0,51	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	0,83	1,00	0,54	IRS
Universidad Técnica De Manabí	0,35	0,84	1,00	0,42	IRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	0,84	1,00	0,41	IRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	0,98	1,00	0,29	DRS
<i>Promedio</i>	0,71	0,94	1,00	0,75	
<i>Desviación Estándar</i>	0,25	0,07	0,00	0,25	

Con el análisis del Modelo DEA orientado a la maximización de resultados, que pareciera ser un caso práctico más real para las carreras de medicina en Ecuador (que más que disminuir el número de profesores o estudiantes, por factores asociados a la demanda de educación superior de una parte importante de la población en edad de acceder al sistema universitario, podrían mantener su tamaño pero analizando las posibles mejoras que pueden hacer), se observa que las únicas carreras que se encuentran en su tamaño de escala más productivo son aquellas carreras eficientes.

Cabe notar que, de estas 6 carreras eficientes (que representa el 30 % de las carreras analizadas), apenas 1 es pública (corresponde a la Universidad de Cuenca) y 2 son cofinanciadas (Universidad Tecnológica Equinoccial y Universidad Católica de Cuenca sede Azogues). Por otro lado, 7 carreras de medicina (35 % de las carreras) operan con rendimientos crecientes a escala (pueden seguir incrementando su tamaño sin afectar negativamente su eficiencia) y las 7 carreras restantes operan con rendimientos decrecientes a escala. En este grupo, como en el caso del análisis orientado por insumos, se observa que se encuentran las dos carreras de medicina más grandes en

el país (Universidad Central del Ecuador y Universidad de Guayaquil). Si bien, en cierta medida, disminuir el tamaño de estas carreras es una hipótesis poco plausible (sobre todo por razones políticas asociadas al acceso a educación superior), es importante entender que aumentar el tamaño de estas carreras compromete su eficiencia, o dicho de otro modo, el incremento promedio de los insumos produce un incremento promedio menor de los resultados –y de hecho decrecen a medida que se incrementan los insumos-.

En el caso de las holguras del Modelo de eficiencia global con orientación a los insumos y rendimientos variables a escala, presentados en la [Tabla 24](#) y [Tabla 25](#), se observa que 3 de las 7 carreras que operan con rendimientos constantes a escala son eficientes fuertemente. Estas carreras de medicina pertenecen a tres universidades autofinanciadas: Universidad San Francisco de Quito, Universidad Internacional del Ecuador y Universidad del Azuay.

En el caso de la carrera de medicina de la Universidad de Cuenca, se observa que siendo eficiente débilmente, podría incrementar su eficiencia incrementando en 77,2 % su índice ponderado de publicaciones indexadas, incluso mientras se reduce simultáneamente el 11 % de sus profesores. Es decir, este *slack indica que* hay una sobreutilización de este insumo, lo que podría corresponder varias causas, entre las que se pueden mencionar que no todos los profesores cuentan necesariamente con carga horaria destinada a investigación o que los niveles de publicación de los profesores de la carrera son bajo comparativamente con otras carreras más eficientes en este aspecto. Es importante notar que no se pudo estimar la eficiencia del Modelo en investigación debido a que varias carreras tuvieron un desempeño nulo en los indicadores utilizados como proxys para la investigación. Asimismo, esta carrera podría incrementar su tasa de titulación en 12,9 % y en un 5 % su tasa de aprobación de estudiantes del Examen de Habilitación Profesional, así como el promedio de calificaciones en el mencionado examen, con una reducción –simultánea- fuerte del número de estudiantes (aproximadamente el 80 %).

De manera general, se tiene que los *slacks* son significativos en el lado de los insumos, particularmente en el caso del número de estudiantes (el *slack* promedio aquí es de 0,79) y en lo relacionado con los resultados, específicamente en la índice ponderado de publicaciones donde se tiene un promedio mayor incluso que el caso de los estudiantes (el *slack promedio de esta variable es 1,80*). Es decir, existe una sobreutilización de estos insumos, y se podría incrementar significativamente la producción científica disminuyendo simultáneamente el número de estudiantes.

Tabla 24: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina. Parte 1

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	69,40	1838,00	538,23	0,00	205,85	0,00	0,82
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	37,25	1624,00	228,38	0,00	56,66	1,00	1,39
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	69,71	1156,00	348,35	16,29	241,45	2,00	2,00
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	68,94	1470,00	407,17	214,07	254,58	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	479,68	0,00	15,72	0,00	1,17
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	81,08	500,00	385,09	17,02	210,80	1,50	1,50
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	68,49	5671,00	101,86	59,13	252,25	5,00	5,00
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	68,75	372,00	372,00	283,54	283,54	1,00	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	68,71	654,00	357,62	181,78	269,35	5,00	5,00
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	68,71	1599,00	309,45	149,44	264,84	7,00	7,00
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,50	58,50	912,00	387,69	0,00	161,71	0,00	0,98
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32,00	32,00	258,00	258,00	61,12	61,12	1,50	1,50
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	14,00	14,00	1,50	1,50
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,25	534,00	314,36	12,63	24,26	0,00	1,20
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	56,00	837,00	405,18	0,00	139,39	0,00	0,94
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	68,33	3980,00	188,06	212,32	273,61	12,00	12,00
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	61,50	868,00	328,35	6,93	201,85	0,00	1,07
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	69,51	1220,00	467,48	0,00	206,03	1,00	1,00
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	43,25	1029,00	273,91	6,72	93,28	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	209,36	0,00	9,31	1,00	1,16



Tabla 25: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina. Parte 2

Universidad	Eficiencia global				Aprobación eficiente				Calificación eficiente	
	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente	Aprobación	Aprobación eficiente	Calificación	Calificación eficiente		
Universidad Técnica De Manabí	48,04	51,35	81,57	81,57	60,40	83,86	61,16	61,16		
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	39,02	79,63	100,00	100,00	73,04	99,44	62,43	70,56		
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	51,63	59,66	87,39	89,82	98,02	98,02	70,28	70,28		
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	56,70	56,70	77,92	84,34	81,56	91,88	65,21	65,77		
Universidad Católica De Cuenca Matriz	21,29	67,27	36,31	79,91	52,84	80,13	59,92	59,92		
Universidad Técnica Particular De Loja	16,19	51,99	66,67	78,14	82,00	85,35	64,66	64,66		
Universidad De Guayaquil	32,97	60,87	99,23	99,23	74,05	99,46	63,86	71,39		
Universidad San Francisco De Quito	60,87	60,87	91,67	91,67	100,00	100,00	71,41	71,41		
Universidad Tecnológica Equinoccial	41,51	60,87	79,38	91,50	100,00	100,00	69,96	71,40		
Universidad De Cuenca	53,90	60,87	93,22	93,22	94,97	99,89	67,80	71,40		
Universidad Nacional De Loja	8,69	59,17	88,34	88,34	66,81	87,89	61,49	62,84		
Universidad Internacional Del Ecuador	55,81	55,81	91,30	91,30	100,00	100,00	75,93	75,93		
Universidad Del Azuay	84,09	84,09	100,00	100,00	100,00	100,00	70,39	70,39		
Universidad Técnica De Machala	19,28	69,06	80,23	83,12	65,75	83,23	61,00	61,00		
Universidad Nacional Del Chimborazo	27,42	56,74	80,23	80,23	54,60	82,29	60,03	60,03		
Universidad Central Del Ecuador	32,21	60,87	95,34	95,34	91,43	99,82	66,32	71,39		
Universidad Técnica De Ambato	19,02	65,19	100,00	100,00	85,81	99,70	63,86	71,20		
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	25,49	51,40	81,75	81,75	63,83	84,01	61,15	61,15		
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	50,62	76,05	100,00	100,00	67,21	99,32	60,85	70,71		
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	17,74	65,01	36,62	76,77	58,82	76,92	60,75	60,75		

### 6.1.2.1 Modelo Simar - Wilson para el análisis de eficiencia con orientación a los resultados de las carreras de medicina

Respecto a la estimación de los factores no discrecionales incluidos en Modelo Simar Wilson, se observa que se consideran las mismas variables empleadas en el Modelo Simar Wilson con orientación a los insumos. La variable dependiente en este caso corresponde a la estimación DEA con retornos variables a escala, considerando que en las carreras de medicina, el promedio de la eficiencia técnica pura (0,98) es mayor a la eficiencia técnica (0,28) y a la eficiencia de escala (0,29). Se espera de esta manera, capturar las variables relacionadas con el desempeño de la gestión de las carreras, que representan una parte importante de la eficiencia.

Se puede observar en la [Tabla 26](#) que las variables Categoría de IES (excepto la categoría C) y tipo de financiamiento son significativas al 99 % de confianza. En este sentido, se puede notar que las carreras de medicina de universidades categoría “B”, son 11 % más eficientes, y además, que las universidades particulares cofinanciadas son 7 % más eficientes que el resto de las universidades.

**Tabla 26:** Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global en medicina

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	Z	P> z	Percentil [95% Intervalo de Confianza]	
<b>Eficiencia global con VRS y orientación a los resultados</b>						
<b>Categoría A</b>	Omitido por multicolinealidad					
<b>Categoría B</b>	0,11	0,04	2,96	0,00	0,04	0,19
<b>Categoría C</b>	0,09	0,05	1,70	0,09	-0,01	0,19
<b>Categoría D</b>	Omitido por multicolinealidad					
<b>Particular autofinanciada</b>	Omitido por multicolinealidad					
<b>Particular cofinanciada</b>	0,07	0,03	2,65	0,01	0,02	0,11
<b>Pública</b>	Omitido por multicolinealidad					
<b>Constante</b>	0,74	0,04	17,86	0,00	0,66	0,82
<b>Sigma</b>	0,03	0,01	4,24	0,00	0,01	0,04
<b>R2</b>	0,60					
<b>R2 ajustado</b>	0,21					

## 6.2 Eficiencia de las carreras de odontología

Como se mencionó anteriormente, Ecuador actualmente cuenta con 16 carreras de odontología, no obstante, en 2015 la evaluación de odontología se realizó a 15 carreras. El análisis inicial parte de describir a cada una de las carreras en las variables que serán analizadas. En este sentido, se puede observar en la [Tabla 27](#) que en las 15 carreras analizadas existe una gran variabilidad en el número de profesores y el número de estudiantes (que serán considerados como insumos). En el primer caso, se tiene un promedio de aproximadamente 41 profesores con una desviación estándar de 27,27, en el segundo, las carreras analizadas cuentan con aproximadamente 665 estudiantes en promedio, con una desviación estándar de 630,91.

[Tabla 27](#): Estadísticas de variables empleadas en los Modelos propuestos de odontología

<b>Variab</b> les	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva</b>	40,97	27,27	13,75	121,00
<b>Número de estudiantes</b>	665,27	630,91	123,00	2386,00
<b>Índice de artículos indexados</b>	2,73	4,23	0,00	15,00
<b>Índice de libros</b>	1,53	3,12	0,00	9,50
<b>Tasa de titulación</b>	46,20	26,05	8,03	98,11
<b>Tasa de retención</b>	72,40	13,86	53,58	96,30
<b>Porcentaje de aprobación examen</b>	85,48	13,73	55,20	100,00
<b>Promedio calificación examen</b>	65,74	3,90	60,27	74,71

Fuente: Ceaaces, 2015. Elaboración: Autores.

Por otro lado, en el caso de los resultados, las carreras de odontología muestran una gran variabilidad en el caso de artículos y libros, con promedios de 2,73 y 1,53 respectivamente. En la tasa de titulación, tasa de retención, porcentaje de sustentantes que aprueban el examen y el promedio de calificación obtenida en el mismo, presentan promedios de 46,2 %, 72,40 %, 85,48 % y 65,74 % respectivamente, con variabilidad relativamente baja.

Con la finalidad de corroborar el tipo de retornos que se usarán para el DEA, en primer lugar se analizó la correlación en los resultados de eficiencia (con orientación a los resultados y a los insumos) y el tamaño de cada carrera (DMU) – usando como *proxy* el número de profesores de la carrera, considerando modelos con retornos constantes a escala. En todos los modelos, la correlación (negativa) entre las dos variables superó el valor de 0,7, a excepción de los resultados del modelo de eficiencia en investigación, en el que la correlación fue igual a 0,05. Por esta razón se puede verificar que en el caso

de las carreras de odontología del Ecuador, el análisis debe realizarse considerando retornos variables a escala (*Tabla 28*).

**Tabla 28:** Correlación entre resultados de modelos con CRS y el tamaño de las carreras

Indicador	Número ponderado de profesores
<b>Eficiencia global (input)</b>	-0,77
<b>Eficiencia docencia (input)</b>	-0,72
<b>Eficiencia investigación (input)*</b>	0,05
<b>Eficiencia habilitación (input)</b>	-0,78
<b>Eficiencia global (output)</b>	-0,77
<b>Eficiencia docencia (output)</b>	-0,72
<b>Eficiencia habilitación (output)</b>	-0,71

\*Debido a la existencia de valores iguales a cero en los casos de investigación, únicamente se estima el modelo con orientación a los insumos.

### 6.2.1 Eficiencia con orientación a los insumos

En primer lugar, se analizan los resultados de los modelos con orientación hacia los insumos. Como se explicó en el apartado de metodología, en este caso se busca la minimización de los insumos usados en el proceso productivo, manteniendo constantes los resultados. A la vez, resulta importante analizar las holguras que se encuentren en el proceso de optimización, ya que las mismas, en este caso, representarán los resultados que están siendo sub-producidos por parte de las carreras.

En la *Tabla 29: Modelos de eficiencia con orientación a los insumos* se puede visualizar los resultados de los diferentes modelos de eficiencia. De manera global, las carreras tienen una eficiencia promedio del 81 %, que puede ser considerada como alta, sin embargo, la variabilidad de esta es significativa (desviación estándar de 0,26), es decir, el comportamiento es heterogéneo entre carreras. Se observa eficiencias promedio bajas en los casos de investigación y habilitación profesional, con resultados de 68 % y 57 % respectivamente y desviaciones estándar altas. La eficiencia promedio en docencia es del 70 %, de igual manera con un grado de dispersión relativamente alto. Es decir, existen cambios sustanciales que puede ser realizados en las carreras sobre: resultados de aprendizaje, investigación y retención y titulación de estudiantes.

Tabla 29: Modelos de eficiencia con orientación a los insumos

Universidad	Eficiencia global	Eficiencia procesos educativos	Eficiencia investigación	Eficiencia habilitación profesional
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	1,00
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	0,35
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	0,34	1,00	0,33
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	0,77	0,77
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	0,72	0,72	1,00
Universidad de Cuenca	1,00	1,00	0,64	0,57
Universidad Nacional de Chimborazo	1,00	1,00	0,50	0,50
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,86	0,78	0,85	0,79
Universidad Nacional de Loja	0,83	0,83	0,83	0,83
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,66	0,32	0,66	0,33
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,57	0,57	0,36	0,37
Universidad Central del Ecuador	0,50	0,28	0,50	0,31
Universidad de Las Américas	0,49	0,49	0,23	0,23
Universidad de Guayaquil	0,22	0,22	0,12	0,12
<i>Promedio</i>	0,81	0,70	0,68	0,57
<i>Desviación estándar</i>	0,26	0,31	0,29	0,31
<i>Porcentaje de eficientes</i>	53%	40%	27%	20%

El porcentaje de carreras eficientes de manera global es el 53 %, sin embargo, este porcentaje disminuye al analizar la eficiencia por cada componente, llegando al 20 % en el caso de la eficiencia en habilitación profesional. La carrera con menor eficiencia en todos los casos es la Universidad de Guayaquil, por otro lado, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y la Universidad Internacional del Ecuador son las que presentan eficiencia en todos los modelos. Es importante notar que en el caso del modelo orientado hacia los insumos, los resultados de carreras ineficientes, se interpretan como aquellas que, pudieron haber alcanzado los resultados observados en las variables de interés, con menos profesores y estudiantes, es decir, existen profesores que potencialmente no están aportando en el proceso productivo de investigación, titulación, retención, investigación (publicaciones) y habilitación (a través de los exámenes por parte de los sustentantes).

De igual manera, hipotéticamente, las carreras ineficientes podrían haber obtenido los mismos resultados en los *outputs* considerados, con un menor número de estudiantes,

es decir, una parte de los estudiantes que cursan la carrera en análisis causan ineficiencias en el procesos productivo, lo que en términos generales podría significar que la carrera no genera los incentivos o ambiente para su retención, titulación, aprendizaje, vinculación con la investigación; o a su vez, que los estudiantes no están ubicados en la carrera o situación adecuada<sup>43</sup>. De las cuatro carreras con menores resultados de eficiencia global, dos son particulares y dos son públicas.

Del total de carreras analizadas, seis son públicas, cuatro son particulares cofinanciadas y cinco son particulares autofinanciadas. En la eficiencia global, tres universidades públicas son eficientes, una particular cofinanciada y tres particulares autofinanciadas; en la eficiencia en docencia tres universidades públicas son eficientes, una particular cofinanciada y dos particulares autofinanciadas; en investigación, una universidad pública es eficiente, ninguna cofinanciada y tres autofinanciadas; y, en habilitación profesional, son eficientes: una universidad pública, una particular cofinanciada y una particular autofinanciada.

La capacidad de discriminación de los modelos, al presentarlos de manera separada con al modelo global, se analiza de manera análoga a lo realizado por (Avkiran, 2001). En este caso, se espera que la mayor parte de las carreras que son eficientes en los modelos de habilitación, investigación y docencia, sean también eficientes en el modelo global. Las seis carreras que son eficientes en docencia también son eficientes en el modelo global; en el caso de investigación, las cuatro carreras que son eficientes también son eficientes en el modelo global; y, finalmente, las tres carreras que son eficientes en investigación también son eficientes de manera global. Es decir, se tiene un importante poder de discriminación.

Por otro lado, en la *Tabla 30* *Tabla 30: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo global de las carreras de odontología* se presenta la descomposición de la eficiencia técnica, en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala<sup>44</sup>. De las quince carreras analizadas, siete presentan rendimientos decrecientes a escala, cuatro rendimientos crecientes a escala y cuatro rendimientos constantes a escala, estas últimas se encuentran en el tamaño a escala más productivo. Las universidades que presentan rendimientos decrecientes a escala se pueden interpretar

---

<sup>43</sup> En general, se trata de hacer referencia a la forma en la que el “mercado” de carreras de odontología realiza una asignación eficiente de estudiantes, universidades y carreras. Es un tema interesante que no se profundiza en el presente trabajo. Para referencia, revisar (Roth, 2015).

<sup>44</sup> De igual manera, se incluye la eficiencia considerando retornos no crecientes a escala.

como si hubiesen sobrepasado su tamaño a escala más productivo; por lo tanto se podría considerar pequeñas disminuciones en su tamaño. En el caso ecuatoriano, la mayor parte de carreras tienen niveles de eficiencia de escala altos, es decir, los resultados de ineficiencia técnica se explican casi en su totalidad por la ineficiencia técnica pura<sup>45</sup>.

**Tabla 30:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo global<sup>46</sup> de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia CRS (técnica)	Eficiencia VRS (técnica pura)	Eficiencia NIRS	Eficiencia de escala	Retornos a escala
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Cuenca	0,83	1,00	1,00	0,83	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,56	1,00	1,00	0,56	DRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,78	1,00	1,00	0,78	DRS
Universidad Central del Ecuador	0,49	0,50	1,00	0,98	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,47	0,57	1,00	0,82	DRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,99	1,00	1,00	0,99	DRS
Universidad Nacional de Loja	0,82	0,83	1,00	0,99	IRS
Universidad de Guayaquil	0,17	0,22	1,00	0,76	DRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,64	0,66	1,00	0,97	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Las Américas	0,34	0,49	1,00	0,70	DRS
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,84	0,86	1,00	0,99	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS

El análisis de posibles mejoras, de acuerdo con los resultados del modelo de eficiencia global, se detalla en la [Tabla 31](#) y [Tabla 32](#)<sup>47</sup>. Este análisis se fundamenta en los *slacks* que se obtienen del modelo DEA tanto para insumos, como para resultados. En los

<sup>45</sup> De acuerdo con (Avkiran, 2001), en términos generales, es más fácil eliminar ineficiencias técnicas que ineficiencias de escala.

<sup>46</sup> La descomposición de eficiencia y el tipo de retorno a escala por cada modelo de eficiencia se presentan en el Anexo 2.

<sup>47</sup> El análisis de potenciales mejoras en los modelos de eficiencia de docencia, investigación y habilitación profesional se presentan en el Anexo 2.

casos de insumos, se interpretan como posibles disminuciones en el uso de insumos para ser totalmente eficientes (eficiencia fuerte); mientras que en el caso de resultados, se hace referencia a posibles incrementos en la producción de resultados, considerando el resultado óptimo de minimización de insumos. Es importante recordar, que una DMU (carrera en este caso), presenta eficiencia fuerte, cuando el índice de eficiencia es igual a uno y no presenta *slacks*; en otros casos en que una carrera presenta un índice de eficiencia igual a uno y presenta *slacks*, se trata de eficiencia débil (es decir, es eficiente en los límites de la frontera de eficiencia, pero pudo haber obtenido mejores resultados).



Tabla 31: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 1

Universidad	Eficiencia global	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	14	14	401	117	0.00	0.85	0.00	0
Universidad de Cuenca	1.00	29	29	503	132	2.00	6.62	1.00	3
Universidad Nacional de Chimborazo	1.00	32	32	414	130	0.00	8.00	0.00	4
Universidad Tecnológica Equinoccial	1.00	47	47	179	123	7.00	14.89	0.00	8
Universidad Central del Ecuador	0.50	50	50	1552	913	5.00	5.00	2.00	2
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.57	42	42	705	435	0.00	4.47	0.00	2
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1.00	21	21	164	136	0.00	3.18	0.00	1
Universidad Nacional de Loja	0.83	19	19	226	172	0.00	0.97	0.00	0
Universidad de Guayaquil	0.22	121	121	2386	1985	0.00	5.96	0.00	3
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.66	44	44	1232	546	7.00	7.00	2.00	4
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	46	46	767	120	3.00	14.68	9.50	10
Universidad de Las Américas	0.49	70	70	782	529	0.00	9.29	0.00	5
Universidad San Francisco de Quito	1.00	47	47	123	123	15.00	15.00	8.50	9
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.86	19	19	407	195	1.00	1.00	0.00	0
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	16	16	138	138	1.00	1.00	0.00	0

**Tabla 32:** Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 2

Universidad	Eficiencia global	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente	Porcentaje de aprobados	Porcentaje de aprobados eficiente	Calificación promedio	Calificación promedio eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	46.55	75.86	63.29	63.29	71.26	84.62	62.11	62.11
Universidad de Cuenca	1.00	65.12	78.19	90.48	90.48	100.00	100.00	70.98	70.98
Universidad Nacional de Chimborazo	1.00	98.11	98.11	61.11	77.42	63.89	100.00	60.58	68.75
Universidad Tecnológica Equinoccial	1.00	13.79	61.34	71.43	91.20	100.00	100.00	74.71	74.71
Universidad Central del Ecuador	0.50	8.03	80.81	58.97	70.95	90.48	99.24	65.80	67.70
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.57	43.37	82.57	81.90	81.90	88.24	100.00	66.00	68.12
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1.00	33.33	85.21	76.74	76.74	92.00	100.00	65.08	67.89
Universidad Nacional de Loja	0.83	21.98	87.05	62.96	62.96	89.19	97.09	65.65	65.65
Universidad de Guayaquil	0.22	54.92	79.55	87.82	87.82	55.20	100.00	60.27	68.39
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.66	16.36	76.30	53.58	74.67	79.48	98.78	63.08	67.75
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	51.95	59.80	64.10	89.47	79.51	97.86	63.63	68.50
Universidad de Las Américas	0.49	38.71	72.75	96.30	96.30	91.38	100.00	66.28	68.98
Universidad San Francisco de Quito	1.00	61.11	61.11	91.43	91.43	100.00	100.00	70.00	70.00
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.86	50.00	88.40	62.50	62.57	81.58	98.63	64.37	66.58
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	89.66	89.66	63.41	63.41	100.00	100.00	67.50	67.50

En este sentido, se puede observar que en el modelo global, las únicas carreras que presentan eficiencia fuerte pertenecen a la Universidad San Francisco de Quito y a la Universidad Internacional del Ecuador. En los insumos, para el caso de docentes, en principio, todas las carreras están en un punto de eficiencia, considerando que la frontera de eficiencia está establecida en función de las características de todas las carreras analizadas; sin embargo, las universidades (hipotéticamente) podrían disminuir drásticamente la cantidad de estudiantes, y obtener los mismos resultados.

Por otro lado, incluso al minimizar la cantidad de insumos y analizar la eficiencia de las carreras, existen varios resultados que podrían ser mejorados. Por ejemplo, la Universidad de Guayaquil pudo haber obtenido un índice de producción de artículos de 5,96; 3 libros publicados por parte de los profesores; tasa de titulación de 79,55 %; misma tasa de retención; 100 % de estudiantes aprobados en el examen de habilitación profesional; y, una calificación promedio de 68,39 en el examen en mención<sup>48</sup>.

#### **6.2.1.1 Modelo Simar - Wilson para eficiencia con orientación hacia los insumos**

Como se mencionó en los apartados anteriores, una vez analizados los resultados de los modelos de eficiencia, es importante considerar la existencia de insumos no discrecionales que pueden determinar estos resultados y que no sean susceptibles de ser manejados por las universidades. En este sentido, se propone el análisis de la función de producción educativa desde el enfoque de la econometría, considerando como output al índice de eficiencia encontrado en cada uno de los modelos de eficiencia propuestos, y como variables exógenas a las características de la carrera como: porcentaje de estudiantes mujeres, financiamiento de la universidad, porcentaje de estudiantes pertenecientes a minorías étnicas y los años de existencia de la carrera.

En la [Tabla 33](#) *Tabla 33: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global de las carreras de odontología* se pueden apreciar los resultados del modelo de Simar – Wilson, teniendo como variable endógena a la eficiencia global<sup>49</sup>. En este caso, se debe recordar que, con la finalidad de obtener estimadores eficientes, el proceso de *bootstrap* y estimación por máxima verosimilitud únicamente considera las DMU ineficientes (ya que puede existir parte de la eficiencia no explicada por la frontera de eficiencia construida a partir

---

<sup>48</sup> Estos resultados deben ser interpretados en el marco de las características de todas las carreras analizadas.

<sup>49</sup> Las estimaciones de los modelos Simar – Wilson para cada uno de los índices de eficiencia de los modelos planteados se presentan en el Anexo 2.

de las carreras en análisis). Así, la estimación se realizó sobre las 7 carreras ineficientes en el modelo global<sup>50</sup>.

**Tabla 33:** Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global de las carreras de odontología

<b>Eficiencia</b>	<b>Observed Coef.</b>	<b>Bootstrap Std. Err.</b>	<b>Z</b>	<b>P&gt; z </b>	<b>Percentile [95% Conf. Interval]</b>	
<b>Eficiencia global</b>						
<b>Mujeres</b>	0,029	0,00	11,07	0,00	0,02	0,03
<b>Particular autofinanciada</b>	0,163	0,06	2,62	0,01	0,04	0,29
<b>Particular cofinanciada</b>	0,333	0,06	5,50	0,00	0,22	0,45
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	-0,014	0,00	-4,04	0,00	-0,02	-0,01
<b>Años carrera</b>	0,003	0,00	1,92	0,06	0,00	0,01
<b>Constante</b>	-1,604	0,25	-6,31	0,00	-2,14	-1,13
<b>Sigma</b>	0,027	0,01	4,22	0,00	0,00	0,02
<b>R2</b>	0,983					
<b>R2 Ajustado</b>	0,897					

Todos los coeficientes de las variables exógenas son significativos al 99% de confianza, a excepción de los años de existencia de la carrera, cuyo coeficiente es significativo al 90% de confianza. La interpretación de los resultados es fundamentalmente correlacional, en este caso, se observa que las carreras de odontología con 1% más de estudiantes mujeres, son en promedio un 2,9% más eficientes; las universidades particulares autofinanciadas, son en promedio un 16,3% más eficientes, y las particulares cofinanciadas un 33,3% más eficientes con relación a las públicas; las carreras con 1% más de estudiantes pertenecientes a minorías étnicas, son en promedio 1,4% más ineficientes; y, las carreras con un (1) año más de existencia, son en promedio 0,3% más eficientes.

<sup>50</sup> El número de observaciones ciertamente puede sesgar los resultados de un modelo econométrico, sin embargo, en este caso particular, se trata del universo de observaciones que pueden ser consideradas, por lo que el análisis referencial contiene resultados importantes.

## 6.2.2 Eficiencia con orientación a los resultados

Por otro lado, al analizar la eficiencia de las carreras, con el enfoque hacia los resultados, lo encontrado varía significativamente. En este caso, se debe recordar que en el caso Ecuatoriano, las universidades públicas tienen mayor nivel de manejo de los resultados que pueden obtener con la cantidad de insumos que reciben, fundamentalmente debido a la normativa relacionada con los insumos considerados (profesores y estudiantes) para universidades públicas y cofinanciadas fundamentalmente.

En este caso, por las características propias de los datos de investigación (publicación de libros y artículos científicos), en los que existen carreras que en el período de evaluación presentaban resultados igual a cero, y, considerando la metodología usada, no fue posible estimar el modelo de eficiencia en investigación<sup>51</sup>. Así, en la [Tabla 34](#) *Modelos de eficiencia de las carreras de odontología con orientación a los resultados* se presentan los resultados de los modelos de eficiencia global, eficiencia en docencia y eficiencia en habilitación.

Como se menciona en la metodología, en este caso lo que se busca es la maximización de los resultados teniendo como restricción el nivel de insumos y la producción de resultados de otras carreras. Así, los resultados muestran que las carreras de odontología del Ecuador son eficientes en términos generales, con niveles de eficiencia promedio del 97 %, 89 % y 93 % en el índice global, de docencia y de habilitación profesional respectivamente, y con desviaciones estándar bajas (la mayor desviación estándar se observa en docencia, con un valor de 0,14).

---

<sup>51</sup> Existen alternativas para abordar esta problemática como el re-escalamiento de las variables. Sin embargo, en el presente estudio se consideró pertinente no realizar este proceso ya que al hacer un re-escalamiento de una variable cuyo valor es cero, la incapacidad de expresar el re-escalamiento en términos relativos causaría sesgo en las estimaciones, y por ende en la interpretación.

Tabla 34: Modelos de eficiencia de las carreras de odontología con orientación a los resultados

Universidad	Eficiencia global	Eficiencia docencia	Eficiencia habilitación
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00
Universidad de Cuenca	1,00	1,00	1,00
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	0,95
Universidad de Las Américas	1,00	1,00	0,91
Universidad Nacional de Chimborazo	1,00	1,00	0,85
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	0,78	1,00
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	0,74	0,85
Universidad Nacional de Loja	0,96	0,86	0,96
Universidad de Guayaquil	0,95	0,95	0,81
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,94	0,87	0,94
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,92	0,89	0,90
Universidad Central del Ecuador	0,90	0,63	0,90
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,86	0,58	0,85
<i>Promedio</i>	0,97	0,89	0,93
<i>Desviación estándar</i>	0,04	0,14	0,07
<i>Porcentaje de eficientes</i>	60%	47%	33%

La carrera que presenta los menores niveles de eficiencia global y en docencia es la Universidad Católica de Cuenca (Matriz), con valores equivalentes al 86 % y 58 % respectivamente; en el caso del índice de eficiencia en habilitación profesional, la carrera de odontología de la Universidad de Guayaquil es la que presenta el menor resultado, con el 81 %. Las Universidades que son eficientes en todos los modelos analizados son: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Cuenca, Universidad San Francisco de Quito y Universidad Internacional del Ecuador. En este caso, el 60% de las carreras son eficientes globalmente, el 47 % son eficientes en docencia y el 33 % eficientes en habilitación profesional. En general, existe homogeneidad en la eficiencia con orientación hacia los resultados, por parte de las carreras de odontología del Ecuador.

Las carreras que muestran resultados ineficientes potencialmente pudieron haber obtenido mejores tasas de retención, titulación, porcentaje de aprobados en el examen de habilitación y calificación promedio en el mismo; considerando su número actual de estudiantes y profesores, y las características de las demás carreras de odontología del país. Entre las carreras eficientes globalmente, se encuentran tres públicas, cuatro

particulares autofinanciadas y dos particulares cofinanciadas; en el caso de eficiencia en docencia, tres carreras públicas son eficientes, tres particulares autofinanciadas y una particular cofinanciada; finalmente en la eficiencia en habilitación profesional, dos carreras públicas son eficientes, dos particulares autofinanciadas y una particular cofinanciada.

La descomposición del modelo de eficiencia global, en modelos de eficiencia en docencia y habilitación tiene un gran poder de discriminación; así, las siete (7) carreras que son eficientes en docencia también lo son de manera global, y las cinco carreras eficientes en habilitación profesional, también son eficientes globalmente.

Al analizar la descomposición de la eficiencia técnica del modelo global con orientación hacia los resultados, se puede evidenciar que, a diferencia del modelo con orientación hacia los insumos, existe un nivel alto de eficiencia técnica pura, sin embargo, existen casos como la Universidad Central del Ecuador, la Universidad Nacional de Chimborazo, la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, y, con resultados sumamente bajos, la Universidad de Las Américas y la Universidad de Guayaquil que presentan niveles de eficiencia de escala bajos ([Tabla 35](#)). En este caso, cuatro carreras tienen rendimientos constantes a escala, tres presentan rendimientos crecientes a escala y ocho rendimientos decrecientes a escala.

**Tabla 35:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo global<sup>52</sup>

Universidad	Eficiencia CRS (técnica)	Eficiencia VRS (técnica pura)	Eficiencia NIRS	Eficiencia de escala	Retornos a escala
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	1.00	1.00	1.00	CRS
Universidad de Cuenca	0.83	1.00	1.00	0.83	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0.56	1.00	1.00	0.56	DRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0.78	1.00	1.00	0.78	DRS
Universidad Central del Ecuador	0.49	0.90	1.00	0.54	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.47	0.92	1.00	0.51	DRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0.99	1.00	1.00	0.99	DRS
Universidad Nacional de Loja	0.82	0.96	1.00	0.86	DRS
Universidad de Guayaquil	0.17	0.95	1.00	0.18	DRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.64	0.86	1.00	0.74	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	1.00	1.00	1.00	CRS
Universidad de Las Américas	0.34	1.00	1.00	0.34	DRS
Universidad San Francisco de Quito	1.00	1.00	1.00	1.00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.84	0.94	1.00	0.89	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	1.00	1.00	1.00	CRS

De igual manera, al analizar las posibles mejoras en los resultados e insumos en función del modelo analizado (*Tabla 36 y Tabla 37* *Tabla 37: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 2*)<sup>53</sup>, se pudo evidenciar que seis carreras son eficientes fuertemente, estas pertenecen a: la Universidad de Cuenca, Universidad Nacional de Chimborazo, Universidad Tecnológica Equinoccial, Universidad de las Américas, Universidad San Francisco de Quito y Universidad Internacional del Ecuador. Las carreras de las universidades: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues, y, Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo presentan eficiencia débil, es decir, existen insumos que están siendo sobre-utilizados, o a su vez,

<sup>52</sup> La descomposición de eficiencia y el tipo de retorno a escala por cada modelo de eficiencia se presentan en el Anexo 2.

<sup>53</sup> Las tablas con mejoras potenciales para los modelos de eficiencia en docencia y habilitación profesional se encuentran en el Anexo 2.



resultados que podrían haber sido mayores considerando la sobreutilización de estos insumos. La Universidad Católica de Cuenca (matriz), hipotéticamente, pudo haber obtenido el mismo nivel de eficiencia en sus resultados, con 349 estudiantes en lugar de 1.232; en el caso de los resultados alcanzados, en principio pudo haber obtenido un índice de artículos de 7,20; misma cantidad de libros publicados; tasa de titulación del 28,69 %; tasa de retención de 68,50 %; y un porcentaje de estudiantes que aprueban el examen de habilitación profesional igual al 86,44 % (con la misma calificación promedio).

Tabla 36: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global) – Parte 1

Universidad	Eficiencia global	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	14	14	401	117	0.00	0.85	0.00	0.00
Universidad de Cuenca	1.00	29	29	503	503	2.00	2.00	1.00	1.00
Universidad Nacional de Chimborazo	1.00	32	32	414	414	0.00	0.00	0.00	0.00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1.00	47	47	179	179	7.00	7.00	0.00	0.00
Universidad Central del Ecuador	0.90	50	47	1552	288	5.00	9.38	2.00	3.24
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.92	42	42	705	279	0.00	8.76	0.00	4.09
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1.00	21	21	164	164	0.00	0.56	0.00	0.00
Universidad Nacional de Loja	0.96	19	19	226	220	0.00	1.18	0.00	0.22
Universidad de Guayaquil	0.95	121	54	2386	327	0.00	12.08	0.00	6.84
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.86	44	44	1232	349	7.00	7.20	2.00	2.00
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	46	46	767	82	3.00	16.36	9.50	9.50
Universidad de Las Américas	1.00	70	70	782	782	0.00	0.00	0.00	0.00
Universidad San Francisco de Quito	1.00	47	47	123	123	15.00	15.00	8.50	8.50
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.94	19	19	407	223	1.00	1.14	0.00	0.19
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	16	16	138	138	1.00	1.00	0.00	0.00

Tabla 37: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 2

Universidad	Eficiencia global	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente	Porcentaje de aprobados	Porcentaje de aprobados eficiente	Calificación promedio	Calificación promedio eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	46.55	75.86	63.29	63.29	71.26	84.62	62.11	62.11
Universidad de Cuenca	1.00	65.12	65.12	90.48	90.48	100.00	100.00	70.98	70.98
Universidad Nacional de Chimborazo	1.00	98.11	98.11	61.11	61.11	63.89	63.89	60.58	60.58
Universidad Tecnológica Equinoccial	1.00	13.79	13.79	71.43	71.43	100.00	100.00	74.71	74.71
Universidad Central del Ecuador	0.90	8.03	30.52	58.97	72.25	90.48	90.48	65.80	65.80
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.92	43.37	47.56	81.90	81.90	88.24	92.49	66.00	66.00
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1.00	33.33	77.79	76.74	76.74	92.00	100.00	65.08	69.29
Universidad Nacional de Loja	0.96	21.98	80.90	62.96	66.81	89.19	96.14	65.65	65.65
Universidad de Guayaquil	0.95	54.92	54.92	87.82	87.82	55.20	94.00	60.27	66.14
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.86	16.36	28.69	53.58	68.50	79.48	86.44	63.08	63.08
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	51.95	51.95	64.10	76.82	79.51	79.51	63.63	63.63
Universidad de Las Américas	1.00	38.71	38.71	96.30	96.30	91.38	91.38	66.28	66.28
Universidad San Francisco de Quito	1.00	61.11	61.11	91.43	91.43	100.00	100.00	70.00	70.00
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.94	50.00	79.88	62.50	65.05	81.58	94.37	64.37	64.37
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	89.66	89.66	63.41	63.41	100.00	100.00	67.50	67.50

### 6.2.2.1 Modelo Simar - Wilson para eficiencia con orientación hacia los resultados

Al igual que en el caso de eficiencia por orientación hacia los insumos, es importante considerar un modelo general que analice la relación de los resultados de ineficiencia con variables no discrecionales o de contexto<sup>54</sup>. En este sentido, se planteó el modelo Simar – Wilson, considerando como variable endógena al nivel de eficiencia global con orientación hacia los resultados, y como variables exógenas al porcentaje de estudiantes mujeres, tipo de financiamiento de la carrera (pública, particular cofinanciada o particular autofinanciada) y porcentaje de estudiantes que pertenecen a una minoría étnica.

En la [Tabla 38](#) se pueden observar los resultados de la estimación planteada<sup>55</sup>. Todos los coeficientes son significativos al 99% de confianza. Las estimaciones muestran que en promedio, las carreras con 1% más de mujeres estudiantes, tienen un nivel del 0,2 % mejor de eficiencia; de igual manera, las carreras autofinanciadas, presentan en promedio 3 % mejores niveles de eficiencia, en el caso de carreras cofinanciadas los resultados de eficiencia son 2,6 % peores que las demás; finalmente, las carreras con 1 % más de estudiantes de minorías étnicas, presentan en promedio 0,7 % mejores resultados de eficiencia.

**Tabla 38:** Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia global de las carreras de odontología

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	Z	P> z	Percentile [95% Conf. Interval]	
<b>Eficiencia global</b>						
<b>Mujeres</b>	0,002	0,00	7,29	0,00	0,00	0,00
<b>Particular autofinanciada</b>	0,030	0,01	5,56	0,00	0,02	0,04
<b>Particular cofinanciada</b>	-0,026	0,00	-6,33	0,00	-0,03	-0,02
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	0,007	0,00	13,48	0,00	0,01	0,01
<b>Constante</b>	0,763	0,02	42,61	0,00	0,73	0,80
<b>Sigma</b>	0,004	0,00	4,27	0,00	0,00	0,00
<b>R2</b>	0,985					
<b>R2 Ajustado</b>	0,926					

<sup>54</sup> Las estimaciones del modelo Simar – Wilson para los resultados de eficiencia en docencia y habilitación profesional se encuentran en el Anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

<sup>55</sup> Al igual que en el caso anterior el número de observaciones es bajo (6 en este caso), por lo que los coeficientes del modelo pueden no dar cuenta de la realidad; sin embargo, se trata del universo de observaciones posibles para el análisis, por lo que las conclusiones de este resultan importantes.

## Capítulo VII

### 7. Discusión

En la presente investigación se han estimado los tipos de eficiencia de las carreras de medicina y odontología del sistema de educación superior ecuatoriano, y se han podido identificar las carreras menos eficientes en términos de los resultados publicados de procesos de investigación, el desempeño de la habilitación profesional y tasas relacionadas con el proceso educativo. Por las características del sistema de educación superior en el Ecuador, el análisis DEA con orientación a los insumos resulta interesante para que las carreras puedan replantearse la minimización de los insumos manteniendo sus niveles de producción de resultados; sin embargo, por razones relacionadas con la política pública y el aumento de la demanda de la población para acceder a educación superior, entre otros factores; resulta mucho más enriquecedor considerar un análisis que plantee maximizar los resultados considerando –al menos- los insumos existentes en el periodo considerado.

Además, se han estimado las posibles mejoras que podrían presentar las carreras que se encuentran debajo de la frontera de eficiencia construida con los datos utilizados en este estudio, demostrando que, existen holguras e ineficiencias significativas particularmente en las variables de investigación. Analizar las causalidades que implican bajos niveles de producción científica es algo que se escapa a los objetivos de este estudio; sin embargo, lo que queda claro es el reto importante que tienen las carreras de medicina y odontología en incrementar los resultados de investigación, lo que es probable que requiera el mejoramiento de los procesos estructurales de investigación.

Los resultados de estimaciones DEA considerando la maximización de resultados proponen que se pueden incrementar los niveles de resultados considerados, incluso con reducciones drásticas o considerables de insumos, particularmente de estudiantes. Si bien es un caso hipotético, la utilidad que puede tener el análisis DEA con orientación a los insumos, no empleado en este documento, es plantear que se podrían mantener o incluso incrementar los resultados con una disminución del nivel de los insumos, lo que puede conducir a las carreras a reflexionar en la escala de sus operaciones o a su vez, en el marco de la política pública de asignación de recursos económicos. Para la política pública puede resultar relevante considerar la eficiencia relativa como una variable determinante en factores que incentiven un mayor nivel de asignación.

Una aportación importante del análisis DEA también tiene que ver con la identificación de cuántas carreras se encuentra en su tamaño más productivo u óptimo y cuántas podrían crecer o decrecer su tamaño. En el caso de los modelos de eficiencia global, que tienen un poder discriminatorio significativo, se observa que en el periodo considerado en medicina cerca del 50 % de las carreras ya no deberían crecer considerando la frontera de eficiencia construida a partir de los datos disponibles, mientras que en el caso de odontología, esto representa al 80 % de las carreras. En el caso de medicina, existe un igual número de carreras de universidades con financiamiento público y privado que están en su tamaño más productivo. En odontología, el 75 % de carreras en su tamaño más productivo pertenecen a universidades con financiamiento privado.

Resulta interesante analizar la posibilidad de incorporar, entre los aspectos que contribuyan a la calidad educativa o a su evaluación, a las capacidades de gestión de las instituciones, ya que, si bien una alta eficiencia puede darse en el marco de una baja calidad educativa o viceversa, gestionar los recursos e insumos asociados con la calidad es importante para garantizar el mejoramiento continuo. Esta es una posible reflexión que puede ampliar los horizontes de calidad y servir de base para la evaluación de la política pública en educación superior, particularmente en universidades públicas. Empero, vale recalcar, la eficiencia, en estricto sentido, no es equivalente a calidad educativa. Es decir, existen universidades o carreras que por las características de sus insumos y el contexto en el que se realiza el análisis de eficiencia, poseen niveles de gestión adecuados, que las sitúa en niveles de eficiencia óptimos, sin embargo, esto no quiere decir que tienen proximidad inmediata a estándares de calidad establecidos. Sería deseable profundizar el análisis y desarrollo de los resultados obtenidos; ya que una conclusión plausible plantea que en el contexto actual una carrera podría alcanzar niveles de calidad a pesar de ser ineficiente y, a su vez, existir el caso opuesto. Por lo tanto, el nivel de gestión contextualizado podría ser un factor para diseñar la política pública a la hora de interpretar los resultados de una evaluación.

En investigaciones futuras es importante tomar en cuenta la necesidad de datos e información de aspectos académicos, tales como la infraestructura especializada en ambientes de aprendizaje y la existencia de sistemas académicos, que en las áreas de la salud resultan determinantes para asegurar los procesos educativos de calidad. Estos insumos permitirán dimensionar de mejor manera la eficiencia, acortar las brechas entre la eficiencia teórica y la observada en base a la información disponible.

Contar con un panel de datos de los aspectos considerados por la evaluación de la calidad permitiría analizar la sostenibilidad de la eficiencia en las universidades, su evolución y dinamismo en el tiempo. De igual manera, el enriquecer este análisis con resultados de evaluaciones posteriores posibilitará opciones para superar la caracterización de la eficiencia y la correlación de los resultados con determinadas variables, y constituir relaciones causales que determinan la eficiencia.

Además, no se debe dejar de lado la comparabilidad regional e internacional, puesto que, considerando que el DEA es una metodología relativa, podría ocurrir que las instituciones educativas analizadas en un determinado contexto demuestren altos niveles de eficiencia a pesar de que estén en niveles comparativamente más bajos que otras instituciones en otros contextos de la misma región. Esto resulta importante para tener en cuenta la mejora continua y las brechas existentes entre sistemas educativos, y de ahí, la necesidad de expandir la frontera de eficiencia con resultados de carreras similares en países como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, entre otros.

Los resultados de las estimaciones realizadas siguiendo la propuesta por Simar y Wilson (2007) tienen limitaciones metodológicas relevantes que tomar en cuenta que sesgan su interpretación, por el número reducido de carreras no eficientes; aunque, resulta interesante para analizar la relación de la eficiencia con los factores no controlables por las instituciones.

Finalmente, es importante recalcar que la frontera de eficiencia no es estática, debido a que responde a la dinámica de la educación superior. En este sentido, sería enriquecedor para el análisis generar simulaciones de escenarios diversos que permitan establecer los caminos que las universidades pueden seguir con la finalidad de alcanzar una eficiencia sostenible.





## Referencias bibliográficas

- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). *Lectures in Labor Economics*. Obtenido de Manuscript: <http://economics.mit.edu/files/4689>
- Alcántara, A. (2006). Tendencias mundiales en la educación superior: el papel de los organismos multilaterales. *Revista Inter Ação*, 31(1), 11-33.
- Alderman, H., Gilligan, D., & Lehrer, K. (2012). The Impact of Food for Education Programs on School Participation in Northern Uganda. *Economic Development and Cultural Change*, 187-218.
- Alexander, F. K. (2000). The changing face of accountability: Monitoring and assessing institutional performance in higher education. . *The Journal of Higher Education*, 71(4), 411-431.
- Angrist, J. D., & Lavy, V. (1999). Using Maimonides' rule to estimate the effect of class size on scholastic achievement. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(2), 533-575.
- Angrist, J., & Krueger, A. (1991). Does Compulsory School Attendance Affect Schooling and Earnings? *The Quarterly Journal of Economics*, 979-1014.
- Araujo, M. C., Carneiro, P., Cruz-Aguayo, Y., & Schady, N. (2016). Teacher Quality and Learning Outcomes in Kindergarten. *The Quarterly Journal of Economics*, 1415-1453.
- Athanassopoulos, A. D., & Shale, E. (1997). Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by the means of data envelopment analysis. *Education Economics*, 5(2), 117-134.
- Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35(1), 57-80.
- Barros, C. P., & Dieke, P. U. (2008). Measuring the economic efficiency of airports: A Simar-Wilson methodology analysis. . *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(6) 1039-1051.
- Bashir, S. (2007). Trends in International Trade in Higher Education: Implications and Options for Developing Countries. *Education Working Paper Series*, Number 6.
- Becker, G. (1994). *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education* (Third ed.). Chicago: The University of Chicago Press.
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2010). *Benchmarking with Dea, Sfa, and R (Vol. 157)*. Springer Science & Business Media.
- Brunner, J. J., & Ferrada Hurtado, R. (2011). *Educación superior en Iberoamérica: informe 2011*. Santiago de Chile: Consejo Interuniversitario de Desarrollo (CINDA) - Universia.
- Burde, D., & Linden, L. (2013). The effect of village-based schools: Evidence from a randomized controlled trial in Afghanistan. *American Economic Journal: Applied Economics*, 27-40.
- Card, D., & Krueger, A. (1992). Does school quality matter? Returns to education and the characteristics of public schools in the United States. *Journal of Political Economy*, 1-40.

- Case, A., & Deaton, A. (1999). School inputs and educational outcomes in South Africa. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(3), 1047-1084.
- Ceaaces. (2013). *Ecuador: el modelo de evaluación del mandato 14*. Quito - Ecuador: Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.
- Ceaaces. (2014). *La evaluación de la calidad de la universidad ecuatoriana. La experiencia del mandato 14*. Quito - Ecuador: Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.
- Ceaaces. (2015). *Informe de los resultados del Examen Nacional de Evaluación de Carrera y Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional en la Carrera de odontología*. Quito: CEAACES.
- Ceaaces. (06 de Agosto de 2015). *Informe Definitivo de Evaluación del Entorno de Aprendizaje de la Carrera de medicina*. Quito: CEAACES. Obtenido de CEAACES: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2014/08/Informe-definitivo-de-evaluaci%C3%B3n-del-entorno-de-aprendizaje-de-la-carrera-de-medicina.pdf>
- Ceaaces. (2015). *Informe sobre el Examen Nacional de Evaluación de la Carrera de medicina*. Quito: CEAACES.
- Ceaaces. (2016). *Encuesta Nacional de Estudiantes*. Quito: CEAACES.
- Ceaaces. (2016). *Estudio general sobre el estado de la carrera de odontología en el país*. Quito: CEAACES.
- Ceaaces. (6 de Agosto de 2017). *www.ceaaces.gob.ec*. Obtenido de CEAACES: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2013/10/REGLAMENTO-DE-EVALUACI%C3%93N-ACREDITACI%C3%93N-Y-CATEGORIZACI%C3%93N-DE-CARRERAS-DE-LAS-INSTITUCIONES-DE-EDUCACI%C3%93N-SUPERIOR.pdf>
- CES-MSP. (05 de 03 de 2018). *Gaceta oficial CES. Norma técnica de las UADs*. Obtenido de Sitio web del Ministerio de Salud Pública: [www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/Modificación-Norma-Técnica-UADS.pdf](http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/Modificación-Norma-Técnica-UADS.pdf)
- Cohn, E., & Geske, T. G. (1990). Production and cost functions in education. *The Economics of Education*.
- Cooper, W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopmnet Analysis: History, Models and Interprtations. En W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu, *Handbook on data envelopment analysis (Vol. 164)*. (págs. 1-39). US: Springer Science & Business Media.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Sea Harbor Drive, Orlando, FL 32887.: Holt, Rinehart and Winston.
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievemen. *Education policy analysis archives*.
- Dreze, J., & Sen, A. (2010). Economic development and social opportunity. *Oxford Scholarship Online*, 8-39.
- Duflo, E. (2001). Schooling and labor market consequences of school construction in Indonesia: Evidence from an unusual policy experiment. *The American Economic Review*, 795-813.

- Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-economic planning sciences*, 42(3), 151-157.
- Evans, D., Kremer, M., & Ngatia, M. (2013). *The Impact of distributing School Uniforms on Children's Education in Kenya*. Obtenido de Gender Impact : the World Bank's Gender Impact Evaluation Database:  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/447291468278360392/The-impact-of-distributing-school-uniforms-on-childrens-education-in-Kenya>
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Ferguson, R. F. (1991). Paying for public education: New evidence on how and why money matters. *Harv. J. on Legis.*
- Glass, G. V. (1982). School class size: Research and policy.
- Glewwe, P., & Muralidharan, K. (2016). Improving Education Outcomes in Developing Countries: Evidence, Knowledge Gaps, and Policy Implications. En E. M. Hanushek, & L. Woessmann, *Handbook of the Economics of Education* (págs. 653-743). Oxford: Elsevier.
- González-Araya, M., & Vásquez, G. V. (2010). Análisis de eficiencia y productividad de las universidades chilenas mediante análisis y encapsulamiento de datos. *Aporte santiaguino*, 3(2), 245-256.
- Greene, W. H. (2008). The econometric approach to efficiency analysis. En H. O. Fried, C. K. Lovell, & S. S. Schmidt, *The measurement of productive efficiency and productivity growth* (págs. 92-250). New York: Oxford University Press.
- Handa, S. (2002). Raising primary school enrolment in developing countries. The relative importance of supply and demand. *Journal of Development Economics*, 103-128.
- Hanushek, E. (1979). Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. *Journal of human Resources*, 351-388.
- Hanushek, E. (1986). The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools. *Journal of Economic Literature*, 1141-1177.
- Hanushek, E. (1996). Measuring Investment in Education. *The Journal of Economic Perspectives*, 9-30.
- Hanushek, E. (2003). The failure of input-based schooling policies. *The Economic Journal*, 64-98.
- Hanushek, E. (2008). Education Production Functions. *The New Palgrave Dictionary of Economics: Palgrave Macmillan*.
- Hanushek, E., & Welch, F. (2006). *Handbook of the Economics of Education*. North Holland.
- Hartog, J., & Oosterbeek, H. (1998). Health, wealth and happiness: Why pursue a higher education? *Economics of Education Review*, 17(3), 245-256.
- Heckman, J., Lochner, L., & Todd, P. (2006). Earnings Functions, Rates of Return and Treatment Effects: The Mincer Equation and Beyond. En E. Hanushek, & F. Welch, *Handbook of Economics of Education* (págs. 307-458).

- Hedges, L. V., Laine, R. D., & Greenwald, R. (1994). An exchange: Part I\*: Does money matter? A meta-analysis of studies of the effects of differential school inputs on student outcomes. *Educational researcher*, 23(3), 5-14.
- Heinesen, E. (2010). Estimating class size effects using within school variation in subject specific classes. *The Economic Journal*, 737-760.
- Ho, W., Dey, P. K., & Higson, H. E. (2006). Multiple criteria decision-making techniques in higher education. *International journal of educational management*, 20(5), 319-337.
- Holmlund, L. (2009). The effect of college quality on earnings evidence from Sweden. *Umeå Economic Studies*, 781.
- Iregui, A. M., Melo, L., & Ramos, J. (2007). Análisis de eficiencia de la educación en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 10(1), 21-41.
- Johnes, J. (2006). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 25(3), 273-288.
- Johnes, J. (2008). Efficiency and Productivity Change in the English Higher Education Sector from 1996/7 to 2004/5. *The Manchester School*, 653-674.
- Johnes, J., & Johnes, G. (02 de Enero de 2013). *Efficiency in the higher education sector: a technical exploration*. Obtenido de Department of Economics, Lancaster University: <http://dera.ioe.ac.uk/18264/1/bis-13-918-efficiency-in-higher-education-sector.pdf>
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
- Kean, J., & Reilly, J. (2014). Item response theory. En F. Hammond, J. Malec, T. Nick, & R. Buschbacher, *Handbook for Clinical Research: Design, Statistics and Implementation*. (págs. 195-198). New York: Demos Medical Publishing.
- Krueger, A. B. (1999). Experimental estimates of education production functions. *The quarterly journal of economics*, 114(2), 497-532.
- Leibenstein, H. (1966). Allocative efficiency vs. "X-efficiency". *The American Economic Review*, 392-415.
- Lund Vinding, A. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 507-517.
- Marinho, A., Resende, M., & Façanha, L. (1997). Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis.
- Martín, F. D. (2007). *Análisis de eficiencia de los Departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla*. Librería-Editorial Dykinson.
- Melo, L. A., Ramos, J. E., & Hernández, P. O. (2014). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Borradores de economía*, 808(1), 2-9.
- Mendoza, A., Cadavid, D. A., & Herrera, T. J. (2013). Propuesta para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de las universidades utilizando análisis envolvente de datos (DEA). *WEEF 2013 Cartagena*.
- Miguel, E., & Kremer, M. (2004). Worms: Identifying Impacts on Education and Health in the Presence of Treatment Externalities. *Econometrica*, 159-217.

- Mincer, J. (1970). The distribution of labor incomes: a survey with special reference to the human capital approach. *Journal of economic literature*, 8(1), 1-26.
- Mincer, J. (1984). Human capital and economic growth. *Economics of Education Review*, 3(3), 195-205.
- Mizikaci, F. (2006). A systems approach to program evaluation model for quality in higher education. *Quality Assurance in Education*, 14(1), 37-53.
- Mosteller, F. (1995). The Tennessee study of class size in the early school grades. *The future of children*, 113-127.
- Nussbaum, M. (2003). Capabilities as fundamental entitlements: Sen and social justice. *Feminist economics*, 9(2-3), 33-5.
- OECD. (2016). *Education at a Glance 2016: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Olssen, M., & Peters, M. (2005). Neoliberalism, higher education and the knowledge economy: from the free market to knowledge capitalism. *Journal of Education Policy*, 20:3, 313-345.
- Paulsen, M. B. (2008). *Higher education: Handbook of theory and research*. Springer Science + Business Media B.V.
- Paulsen, M. B., & Toutkoushian, R. K. (2008). Economic models and policy analysis in higher education: A diagrammatic exposition. En M. B. Paulsen, *Higher education: Handbook of theory and research* (págs. Vol. 29, 1-48). Springer Science + Business Media B.V.
- Pires, S., & Lemaitre, M. J. (2008). Sistemas de acreditación y evaluación de la educación superior en América Latina y el Caribe. En UNESCO-IESALC, *Conferencia regional de educación superior* (págs. 297-318). UNESCO-IESALC.
- Pop-Eleches, C., & Urquiola, M. (2013). Going to a better school: Effects and behavioral responses. *The American Economic Review*, 103(4), 1289-1324.
- Quesada, V. M., Blanco, I. D., & Maza, F. J. (2010). Análisis envolvente de datos aplicado a la cobertura educativa en el departamento de Bolívar-Colombia (2007-2008). *Omnia*, 16(3).
- Ramírez, P. E., & Alfaro, J. L. (2013). Evaluación de la Eficiencia de las Universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas: Resultados de un Análisis Envolvente de Datos. *Formación universitaria*, 6(3), 31-38.
- Ramírez, R. (2016). *Universidad urgente para una sociedad emancipada*. Quito: SENESCYT-IESALC.
- Ramírez, R., & Minteguiada, A. (2010). Transformaciones en la Educación Superior Ecuatoriana: Antecedentes y perspectivas futuras como consecuencias de la nueva constitución política. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 15(1), 129.
- Roth, A. (2015). *Who Gets What and Why*. Boston, New York: Eamon Dolan.
- Ruggiero, J. (2004). Performance evaluation in education. En W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu, *Handbook on data envelopment analysis* (págs. 323-346). US: Springer.
- Ruiz, C. F., Bonilla, R., Chavarro, D., Orozco, L. A., Zarama, R., & Polanco, X. (2010). Efficiency measurement of research groups using data envelopment analysis and bayesian networks. *Scientometrics*, 83(3), 711-721.

- Sarkis, J. (2007). Preparing your data for DEA. En J. Zhu, & W. D. Cook, *Modeling data irregularities and structural complexities in data envelopment analysis* (págs. 305 - 320). Boston, MA.: Springer.
- Schultz, T. W. (1972). Human capital: Policy issues and research opportunities. En T. W. Schultz, *In Economic Research: Retrospect and Prospect Human Resources. Volume 6* (págs. 1-84). New York: Columbia University.
- Sen, A. (1993). Capability and Well Bieng. En M. Nussbaum, & A. Sen, *The quality of life* (págs. 30 - 53). Oxford University Press.
- Sen, A. (1997). Human Capital and Human Capability. *World Development, Vol. 25*, 1959-1961.
- Sen, A. (2000). *Desarrollo y libertad*. España: Editorial Planeta.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, 136(1), 31-64.
- Squicciarini, M. P., & Voigtländer, N. (2015). Human capital and industrialization: Evidence from the age of enlightenment. *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1825-1883.
- Tan, J.-P., Lane, J., & Lassibille, G. (1999). Student Outomes in Philipine Elementary Schools: An Evaluation of four experiments. *The World Bank Economic Review*, 493-508.
- Taylor, B., & Harris, G. (2004). Relative efficiency among South African universities: A data envelopment analysis. *Higher Education*, 47(1), 73-89.
- Thaler, R., & Sunstein, C. (2008). *Nudge. Improving Decisions About Health, Wealth and Happiness*. Yale University Press.
- Thanassoulis, E., De Witte, K., Johnes, J., Johnes, G., Karagiannis, G., & Portela, C. (2016). Applications of Data Envelopments Analysis in Education. En J. Zhu, *Data Envelopment Analysis: A Handbook of Empirical Studies and Applications* (págs. 367-438). Nanjing, China: Springer.
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., Johnes, G., & Johnes, J. (2011). Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1282-1297.
- Uruqiola, M. (2006). Identifying Class Size Effects in Developing Countries: Evidence from Rural Bolivia. *The Review of Economics and Statistics*, 171-177.
- Vermeersch, C., & Kremer, M. (2005). School Meals, Educational Achievement and School Competition : Evidence from a Randomized Evaluation. *Policy Research Working Paper; No. 3523*.
- WoBmann, L., & West, M. (2006). Classs size effects in school systems around the world: evidence from between grade variation in TIMSS. *European Economic Review*, 695-736.
- Zoghbi, A. C., Rocha, F., & Mattos, E. (2013). Education production efficiency: Evidence from Brazilian universities. *Economic Modelling*, 31, 94-103.

## Anexo 1: Modelos de eficiencia de las carreras de medicina

### Modelos de eficiencia con orientación a los insumos

Tabla 39: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en procesos educativos

Universidad	Eficiencia técnica	Eficiencia técnica pura	NIRS_TE	Eficiencia de escala	Rendimientos a escala
Universidad Técnica De Manabí	0,33	0,38	0,36	0,87	IRS
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	0,80	1,00	1,00	CRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,21	0,23	0,23	0,90	IRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,33	0,38	0,34	0,85	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,35	0,75	0,35	0,46	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,37	0,52	1,00	0,72	IRS
Universidad De Guayaquil	0,24	0,24	0,26	1,00	IRS
Universidad San Francisco De Quito	0,69	0,70	0,47	0,97	IRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,34	0,40	0,38	0,84	IRS
Universidad De Cuenca	0,36	0,38	0,41	0,96	IRS
Universidad Nacional De Loja	0,45	0,49	1,00	0,92	IRS
Universidad Internacional Del Ecuador	0,85	1,00	1,00	0,85	IRS
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Técnica De Machala	0,74	0,86	1,00	0,86	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,43	0,49	0,55	0,86	IRS
Universidad Central Del Ecuador	0,18	0,19	0,27	0,97	IRS
Universidad Técnica De Ambato	0,48	0,48	1,00	1,00	CRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,33	0,38	0,43	0,87	IRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,69	0,69	0,93	1,00	CRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	0,47	1,00	0,47	0,47	IRS
<i>Promedio</i>	<i>0,48</i>	<i>0,57</i>	<i>0,62</i>	<i>0,87</i>	
<i>Desviación estándar</i>	<i>0,23</i>	<i>0,26</i>	<i>0,31</i>	<i>0,15</i>	

**Tabla 40:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en investigación

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia técnica</b>	<b>Eficiencia técnica pura</b>	<b>NIRS_TE</b>	<b>Eficiencia de escala</b>	<b>Rendimientos a escala</b>
Universidad Técnica De Manabí	,	0,32	,	,	IRS
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,30	0,62	0,30	0,48	IRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,23	0,28	0,32	0,82	IRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,84	0,87	1,00	0,97	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	,	0,74	,	,	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,39	0,52	0,23	0,76	IRS
Universidad De Guayaquil	0,44	0,48	1,00	0,93	IRS
Universidad San Francisco De Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad De Cuenca	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Nacional De Loja	,	0,39	,	,	IRS
Universidad Internacional Del Ecuador	0,77	1,00	0,77	0,77	IRS
Universidad Del Azuay	0,76	1,00	0,76	0,76	IRS
Universidad Técnica De Machala	0,09	0,77	0,09	0,12	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	,	0,41	,	,	IRS
Universidad Central Del Ecuador	0,85	1,00	1,00	0,85	DRS
Universidad Técnica De Ambato	0,03	0,39	0,03	0,07	IRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,17	0,31	0,17	0,53	IRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,51	0,74	0,51	0,69	IRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	0,57	1,00	0,57	0,57	IRS
<i>Promedio</i>	<i>0,56</i>	<i>0,69</i>	<i>0,61</i>	<i>0,71</i>	
<i>Desviación estándar</i>	<i>0,33</i>	<i>0,27</i>	<i>0,36</i>	<i>0,28</i>	



**Tabla 41:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en habilitación profesional

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia técnica</b>	<b>Eficiencia técnica pura</b>	<b>NIRS_TE</b>	<b>Eficiencia de escala</b>	<b>Rendimientos a escala</b>
Universidad Técnica De Manabí	0,32	0,32	0,35	1,00	DRS
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,67	0,68	1,00	0,98	IRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,23	0,23	0,23	0,98	IRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,37	0,38	0,40	0,99	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,73	0,74	1,00	0,99	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,44	0,52	0,22	0,85	IRS
Universidad De Guayaquil	0,20	0,21	0,28	0,99	IRS
Universidad San Francisco De Quito	0,69	0,69	0,44	1,00	CRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,40	0,40	0,44	1,00	CRS
Universidad De Cuenca	0,37	0,37	0,47	0,99	IRS
Universidad Nacional De Loja	0,41	0,42	0,42	0,99	IRS
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Técnica De Machala	0,74	0,75	0,75	0,98	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,41	0,41	0,40	0,99	IRS
Universidad Central Del Ecuador	0,18	0,18	0,25	0,98	IRS
Universidad Técnica De Ambato	0,43	0,45	0,43	0,97	IRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,32	0,32	0,33	0,99	IRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,55	0,56	0,59	0,98	IRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
<i>Promedio</i>	<i>0,52</i>	<i>0,53</i>	<i>0,55</i>	<i>0,98</i>	
<i>Desviación estándar</i>	<i>0,26</i>	<i>0,26</i>	<i>0,29</i>	<i>0,03</i>	

Tabla 42: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de medicina

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	73,00	1838,00	1375,60	48,04	78,54	81,57	93,25
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	37,25	1624,00	553,03	39,02	84,09	100,00	100,00
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	130,07	1156,00	1156,00	51,63	81,22	87,39	96,46
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	71,25	1470,00	1144,98	56,70	77,44	77,92	91,91
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	560,15	21,29	66,03	36,31	77,96
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	102,74	500,00	500,00	16,19	78,04	66,67	92,46
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	124,00	5671,00	4536,36	32,97	83,86	99,23	99,72
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	48,30	372,00	372,00	60,87	79,12	91,67	94,06
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	74,30	654,00	654,00	41,51	79,85	79,38	94,75
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	77,25	1599,00	1252,60	53,90	82,05	93,22	97,52
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,50	58,50	912,00	724,88	8,69	80,58	88,34	95,73
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32,00	27,59	258,00	258,00	55,81	78,04	91,30	92,79
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	84,09	84,09	100,00	100,00
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,25	534,00	324,42	19,28	78,14	80,23	92,75
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	56,00	837,00	674,24	27,42	78,14	80,23	92,75
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	156,50	3980,00	3485,42	32,21	82,69	95,34	98,29
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	61,50	868,00	718,88	19,02	84,09	100,00	100,00
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	73,75	1220,00	1009,65	25,49	78,60	81,75	93,31
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	43,25	1029,00	577,28	50,62	84,09	100,00	100,00
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	209,36	17,74	65,01	36,62	76,77

Tabla 43: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en investigación de las carreras de medicina

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	73,00	1838,00	1569,90	0,00	0,00	0,00	0,98
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	37,25	1624,00	910,66	0,00	0,00	1,00	1,00
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	132,00	1156,00	1156,00	16,29	66,15	2,00	2,00
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	71,25	1470,00	684,92	214,07	214,07	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	690,70	0,00	0,00	0,00	0,98
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	107,15	500,00	500,00	17,02	54,97	1,50	1,50
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	124,00	5671,00	4060,98	59,13	93,98	5,00	5,00
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	68,75	372,00	372,00	283,54	283,54	1,00	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	77,25	654,00	654,00	181,78	181,78	5,00	5,00
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	77,25	1599,00	1599,00	149,44	149,44	7,00	7,00
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,50	58,50	912,00	875,67	0,00	0,00	0,00	0,98
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32,00	32,00	258,00	258,00	61,12	61,12	1,50	1,50
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	14,00	41,01	1,50	1,50
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,25	534,00	427,57	12,63	12,63	0,00	1,08
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	56,00	837,00	816,22	0,00	0,00	0,00	0,98
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	156,50	3980,00	3980,00	212,32	212,32	12,00	12,00
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	61,50	868,00	844,35	6,93	6,93	0,00	1,03
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	73,75	1220,00	1160,65	0,00	0,00	1,00	1,00
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	43,25	1029,00	791,65	6,72	22,37	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	324,00	0,00	0,00	1,00	1,00

Tabla 44: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de medicina

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Porcentaje aprobación	Porcentaje aprobación eficiente	Promedio calificación	Promedio calificación eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	73,00	1838,00	1560,67	60,40	60,50	61,16	0,35
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	37,25	1624,00	787,16	73,04	73,04	62,43	0,80
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	132,00	1156,00	1156,00	98,02	99,84	70,28	0,28
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	71,25	1470,00	1204,29	81,56	81,56	65,21	0,86
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	690,70	52,84	58,70	59,92	0,74
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	107,15	500,00	500,00	82,00	99,62	64,66	0,49
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	124,00	5671,00	4768,16	74,05	74,05	63,86	0,49
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	52,99	372,00	372,00	100,00	100,00	71,41	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	77,25	654,00	654,00	100,00	100,00	69,96	1,00
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	77,25	1599,00	1267,83	94,97	94,97	67,80	1,00
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,5	58,50	912,00	844,85	66,81	66,81	61,49	0,45
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32,00	32,00	258,00	258,00	100,00	100,00	75,93	1,00
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	100,00	100,00	70,39	1,00
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,25	534,00	446,36	65,75	65,75	61,00	0,79
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	56,00	837,00	816,22	54,60	58,74	60,03	0,45
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	156,50	3980,00	3524,64	91,43	91,43	66,32	0,85
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	61,50	868,00	770,04	85,81	85,81	63,86	0,48
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	73,75	1220,00	1140,50	63,83	63,83	61,15	0,35
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	43,25	1029,00	750,17	67,21	67,21	60,85	0,79
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	324,00	58,82	58,82	60,75	1,00

Tabla 45: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Percentile [95% Conf. Interval]	
<b>Eficiencia en procesos educativos</b>						
<b>Categoría A</b>	-0,284	0,158	-1,800	0,072	-0,581	0,031
<b>Categoría B</b>	-0,136	0,062	-2,200	0,028	-0,258	-0,015
<b>Categoría C</b>	-0,276	0,108	-2,570	0,010	-0,488	-0,061
<b>Categoría D</b>	Omitida por colinealidad					
<b>Particular autofinanciada</b>	0,321	0,100	3,190	0,001	0,128	0,525
<b>Particular cofinanciada</b>	-0,198	0,062	-3,170	0,002	-0,314	-0,073
<b>Pública</b>	Omitida por colinealidad					
<b>Años carrera</b>	-0,002	0,001	-3,720	0,000	-0,004	-0,001
<b>Constante</b>	0,686	0,075	9,130	0,000	0,541	0,829
<b>Sigma</b>	0,106	0,018	6,030	0,000	0,051	0,121
<b>R2</b>						
<b>R2 Ajustado</b>						

Tabla 46: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en investigación

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Percentile [95% Conf. Interval]	
<b>Eficiencia en procesos educativos</b>						
<b>Particular autofinanciada</b>	0,737	0,317	2,330	0,020	0,401	1,419
<b>Particular cofinanciada</b>	0,486	0,245	1,980	0,047	0,189	1,002
<b>Pública</b>	Omitido por colinealidad					
<b>Años carrera</b>	0,006	0,002	2,240	0,025	0,003	0,011
<b>Constante</b>	-0,106	0,268	-0,400	0,692	-0,652	0,153
<b>Sigma</b>	0,166	0,048	3,440	0,001	0,068	0,236
<b>R2</b>						
<b>R2 Ajustado</b>						

Tabla 47: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional

<b>Eficiencia</b>	<b>Observed Coef.</b>	<b>Bootstrap Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt; z </b>	<b>Percentile [95% Conf. Interval]</b>	
<b>Eficiencia en habilitación profesional</b>						
<b>Particular autofinanciada</b>	0,240	0,114	2,100	0,036	0,034	0,460
<b>Particular cofinanciada</b>	0,041	0,084	0,480	0,628	-0,125	0,206
<b>Pública</b>	Omitida por colinealidad					
<b>Minoría</b>	-0,020	0,010	-2,020	0,043	-0,039	-0,001
<b>Primera vez</b>	-0,002	0,002	-0,890	0,372	-0,006	0,002
<b>Años de la carrera</b>	-0,001	0,001	-1,850	0,064	-0,003	0,000
<b>Constante</b>	0,714	0,183	3,900	0,000	0,358	1,099
<b>Sigma</b>	0,132	0,024	5,560	0,000	0,062	0,152
<b>R2</b>						
<b>R2 Ajustado</b>						

## Modelos de eficiencia con orientación a los resultados

Tabla 48: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en procesos educativos

Universidad	Eficiencia técnica	Eficiencia técnica pura	NIRS_TE	Eficiencia de escala	Rendimientos a escala
Universidad Técnica De Manabí	0,33	0,82	0,82	0,41	IRS
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	1,00	1,00	0,80	DRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,21	0,87	1,00	0,24	IRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,33	0,78	0,85	0,42	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,35	0,36	0,40	0,96	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,37	0,67	1,00	0,56	IRS
Universidad De Guayaquil	0,24	0,99	1,00	0,24	IRS
Universidad San Francisco De Quito	0,69	0,92	1,00	0,75	IRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,34	0,79	0,85	0,43	IRS
Universidad De Cuenca	0,36	0,93	0,95	0,39	IRS
Universidad Nacional De Loja	0,45	0,88	1,00	0,51	IRS
Universidad Internacional Del Ecuador	0,98	1,00	1,00	0,98	IRS
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00	DRS
Universidad Técnica De Machala	0,74	0,80	1,00	0,92	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,43	0,80	0,80	0,53	IRS
Universidad Central Del Ecuador	0,18	0,95	1,00	0,19	IRS
Universidad Técnica De Ambato	0,48	1,00	1,00	0,48	DRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,33	0,82	0,83	0,40	IRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,69	1,00	1,00	0,69	DRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	0,47	0,47	0,53	1,00	CRS
<i>Promedio</i>	0,49	0,84	0,90	0,59	
<i>Desviación estándar</i>	0,24	0,17	0,16	0,27	

**Tabla 49:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de medicina en habilitación profesional

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia técnica</b>	<b>Eficiencia técnica pura</b>	<b>NIRS_TE</b>	<b>Eficiencia de escala</b>	<b>Rendimientos a escala</b>
Universidad Técnica De Manabí	0,32	0,81	1,00	0,40	DRS
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,67	0,82	1,00	0,81	IRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,23	0,98	1,00	0,23	IRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,37	0,86	0,93	0,43	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,73	0,81	1,00	0,91	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,44	0,85	1,00	0,52	IRS
Universidad De Guayaquil	0,20	0,84	1,00	0,24	IRS
Universidad San Francisco De Quito	0,69	1,00	1,00	0,69	DRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,40	1,00	1,00	0,40	DRS
Universidad De Cuenca	0,37	0,95	0,98	0,39	IRS
Universidad Nacional De Loja	0,41	0,81	0,94	0,51	IRS
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Técnica De Machala	0,74	0,80	0,93	0,92	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,41	0,79	1,00	0,51	IRS
Universidad Central Del Ecuador	0,18	0,91	1,00	0,19	IRS
Universidad Técnica De Ambato	0,43	0,86	0,87	0,50	IRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,32	0,81	0,97	0,40	IRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,55	0,80	0,91	0,69	IRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
<i>Promedio</i>	0,52	0,88	0,98	0,59	
<i>Desviación estándar</i>	0,26	0,08	0,04	0,26	



Tabla 50: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de medicina

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	<b>73,00</b>	37,55	1838,00	500,61	48,04	68,59	81,57	81,57
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	<b>37,25</b>	29,71	1624,00	209,38	39,02	84,09	100,00	100,00
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	<b>132,00</b>	42,22	1156,00	349,62	51,63	73,48	87,39	87,39
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	<b>71,25</b>	38,76	1470,00	493,82	56,70	65,53	77,92	77,92
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	<b>31,00</b>	30,54	1590,00	1089,32	21,29	30,53	36,31	36,31
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	<b>155,75</b>	71,35	500,00	344,45	16,19	56,06	66,67	66,67
Universidad De Guayaquil	0,49	<b>124,00</b>	30,03	5671,00	46,72	32,97	83,44	99,23	99,23
Universidad San Francisco De Quito	1,00	<b>68,75</b>	32,83	372,00	281,44	60,87	77,08	91,67	91,67
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	<b>77,25</b>	39,37	654,00	340,34	41,51	66,75	79,38	79,38
Universidad De Cuenca	1,00	<b>77,25</b>	32,76	1599,00	304,78	53,90	78,39	93,22	93,22
Universidad Nacional De Loja	0,45	<b>58,50</b>	32,98	912,00	323,35	8,69	74,29	88,34	88,34
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	<b>32,00</b>	27,59	258,00	258,00	55,81	78,04	91,30	92,79
Universidad Del Azuay	1,00	<b>29,75</b>	29,75	278,00	278,00	84,09	84,09	100,00	100,00
Universidad Técnica De Machala	0,79	<b>32,25</b>	30,23	534,00	318,15	19,28	67,46	80,23	80,23
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	<b>56,00</b>	34,84	837,00	365,64	27,42	67,47	80,23	80,23
Universidad Central Del Ecuador	0,85	<b>156,5</b>	35,08	3980,00	270,74	32,21	80,17	95,34	95,34
Universidad Técnica De Ambato	0,48	<b>61,50</b>	29,60	868,00	247,92	19,02	84,09	100,00	100,00
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	<b>73,75</b>	37,61	1220,00	410,70	25,49	68,74	81,75	81,75
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	<b>43,25</b>	29,69	1029,00	239,71	50,62	84,09	100,00	100,00
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	<b>23,00</b>	23,00	324,00	269,70	17,74	30,79	36,62	36,62

Tabla 51: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de medicina

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Porcentaje aprobación	Porcentaje aprobación eficiente	Promedio calificación	Promedio calificación eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	39,82	1838,00	500,56	60,40	80,12	61,16	61,16
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	32,91	1624,00	443,67	73,04	82,03	62,43	62,43
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	33,51	1156,00	230,91	98,02	98,02	70,28	74,42
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	37,38	1470,00	376,17	81,56	85,78	65,21	65,21
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	467,70	52,84	80,13	59,92	59,92
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	49,87	500,00	283,42	82,00	85,09	64,66	64,66
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	46,26	5671,00	886,49	74,05	83,89	63,86	63,86
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	31,82	372,00	252,19	100,00	100,00	71,41	75,92
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	31,78	654,00	237,81	100,00	100,00	69,96	75,91
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	34,07	1599,00	260,55	94,97	94,97	67,80	72,10
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,50	36,94	912,00	355,37	66,81	80,69	61,49	61,49
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32,00	32,00	258,00	258,00	100,00	100,00	75,93	75,93
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	100,00	100,00	70,39	70,39
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,05	534,00	300,98	65,75	80,03	61,00	61,00
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	36,94	837,00	355,94	54,60	78,54	60,03	60,03
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	42,13	3980,00	403,54	91,43	91,43	66,32	69,42
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	36,06	868,00	317,87	85,81	85,81	63,86	65,15
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	39,97	1220,00	405,81	63,83	80,18	61,15	61,15
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	34,19	1029,00	379,63	67,21	79,87	60,85	60,85
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	324,00	58,82	58,82	60,75	60,75

Tabla 52: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Percentile [95% Conf. Interval]	
<b>Eficiencia en procesos educativos</b>						
Particular autofinanciada	0,291	0,114	2,560	0,010	0,093	0,538
Particular cofinanciada	-0,154	0,078	-1,980	0,047	-0,313	-0,003
Pública	Omitido por colinealidad					
Años carrera	-0,002	0,001	-2,440	0,015	-0,004	-0,001
Constante	0,540	0,061	8,840	0,000	0,425	0,664
Sigma	0,138	0,026	5,350	0,000	0,077	0,176
<b>R2</b>						
<b>R2 Ajustado</b>						

Tabla 53: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional

Eficiencia	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	Percentile [95% Conf. Interval]	
<b>Eficiencia en habilitación profesional</b>						
Particular autofinanciada	0,240	0,119	2,020	0,043	0,015	0,485
Particular cofinanciada	0,041	0,081	0,500	0,615	-0,124	0,207
Pública	Omitida por colinealidad					
Minoría	-0,020	0,010	-2,020	0,044	-0,039	0,000
Primera vez	-0,002	0,002	-0,920	0,358	-0,006	0,002
Años de la carrera	-0,001	0,001	-1,810	0,071	-0,003	0,000
Constante	0,714	0,177	4,020	0,000	0,322	1,046
Sigma	0,132	0,024	5,610	0,000	0,060	0,155
<b>R2</b>						
<b>R2 Ajustado</b>						



## Anexo 2: Modelos de eficiencia de las carreras de odontología

### Modelos de eficiencia con orientación a los insumos

Tabla 54: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en procesos educativos

Universidad	Eficiencia CRS (técnica)	Eficiencia VRS (técnica pura)	Eficiencia NIRS	Eficiencia de escala	Retornos a escala
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Cuenca	0,75	1,00	1,00	0,75	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,56	1,00	1,00	0,56	DRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,65	0,72	1,00	0,90	IRS
Universidad Central del Ecuador	0,26	0,28	1,00	0,93	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,47	0,57	0,66	0,82	DRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,99	1,00	1,00	0,99	DRS
Universidad Nacional de Loja	0,82	0,83	0,94	0,99	IRS
Universidad de Guayaquil	0,17	0,22	0,28	0,76	DRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,27	0,32	0,58	0,85	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,33	0,34	0,34	1,00	IRS
Universidad de Las Américas	0,34	0,49	1,00	0,70	DRS
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,77	0,78	0,77	0,99	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS

**Tabla 55:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en investigación

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia CRS (técnica)</b>	<b>Eficiencia VRS (técnica pura)</b>	<b>Eficiencia NIRS</b>	<b>Eficiencia de escala</b>	<b>Retornos a escala</b>
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	0,00	1,00	0,00	0,00	IRS
Universidad de Cuenca	0,22	0,64	0,22	0,34	IRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,00	0,50	0,00	0,00	IRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,47	0,72	1,00	0,65	IRS
Universidad Central del Ecuador	0,31	0,50	0,47	0,63	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,00	0,36	0,00	0,00	IRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,00	0,77	0,00	0,00	IRS
Universidad Nacional de Loja	0,00	0,83	0,00	0,00	IRS
Universidad de Guayaquil	0,00	0,12	0,00	0,00	IRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,50	0,66	1,00	0,75	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Las Américas	0,00	0,23	0,00	0,00	IRS
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,17	0,85	0,17	0,19	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	0,19	1,00	0,19	0,19	IRS

**Tabla 56:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en habilitación profesional

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia CRS (técnica)</b>	<b>Eficiencia VRS (técnica pura)</b>	<b>Eficiencia NIRS</b>	<b>Eficiencia de escala</b>	<b>Retornos a escala</b>
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Cuenca	0,59	0,57	1,00	1,03	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,45	0,50	0,42	0,92	IRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,78	1,00	1,00	0,78	DRS
Universidad Central del Ecuador	0,31	0,31	0,15	1,00	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,37	0,37	0,39	0,99	IRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,75	0,77	0,80	0,96	IRS
Universidad Nacional de Loja	0,82	0,83	0,81	0,99	IRS
Universidad de Guayaquil	0,11	0,12	0,13	0,94	IRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,33	0,33	0,50	0,99	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,32	0,33	0,38	0,98	IRS
Universidad de Las Américas	0,22	0,23	0,26	0,99	IRS
Universidad San Francisco de Quito	0,36	0,35	0,35	1,04	IRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,78	0,79	0,75	0,99	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS

Tabla 57: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia en docencia	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	14	14	401	117	46,55	75,86	63,29	63,29
Universidad de Cuenca	1,00	29	29	503	132	65,12	78,19	90,48	90,48
Universidad Nacional de Chimborazo	1,00	32	16	414	138	98,11	98,11	61,11	63,41
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,72	47	39	179	179	13,79	77,67	71,43	71,43
Universidad Central del Ecuador	0,28	50	50	1552	1242	8,03	75,86	58,97	58,97
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,57	42	42	705	435	43,37	82,57	81,90	81,90
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1,00	21	21	164	136	33,33	85,21	76,74	76,74
Universidad Nacional de Loja	0,83	19	19	226	172	21,98	87,05	62,96	62,96
Universidad de Guayaquil	0,22	121	121	2386	1985	54,92	79,55	87,82	87,82
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,32	44	44	1232	961	16,36	76,52	53,58	54,13
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,34	46	46	767	640	51,95	84,90	64,10	64,10
Universidad de Las Américas	0,49	70	70	782	529	38,71	72,75	96,30	96,30
Universidad San Francisco de Quito	1,00	47	47	123	123	61,11	61,11	91,43	91,43
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,78	19	19	407	215	50,00	80,32	62,50	62,50
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	16	16	138	138	89,66	89,66	63,41	63,41



Tabla 58: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en investigación de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia en investigación	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	14	14	401	36	0,00	4,41	0,00	2,50
Universidad de Cuenca	0,64	29	29	503	230	2,00	5,84	1,00	3,31
Universidad Nacional de Chimborazo	0,50	32	32	414	250	0,00	5,01	0,00	2,84
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,72	47	47	179	138	7,00	10,79	0,00	6,11
Universidad Central del Ecuador	0,50	50	50	1552	849	5,00	7,94	2,00	4,50
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,36	42	42	705	488	0,00	4,85	0,00	2,75
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,77	21	21	164	80	0,00	5,21	0,00	2,95
Universidad Nacional de Loja	0,83	19	19	226	80	0,00	5,06	0,00	2,87
Universidad de Guayaquil	0,12	121	121	2386	2133	0,00	4,75	0,00	2,69
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,66	44	44	1232	492	7,00	9,35	2,00	5,30
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	46	46	767	120	3,00	14,68	9,50	9,50
Universidad de Las Américas	0,23	70	70	782	647	0,00	5,10	0,00	2,89
Universidad San Francisco de Quito	1,00	47	47	123	123	15,00	15,00	8,50	8,50
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,85	19	19	407	102	1,00	5,13	0,00	2,91
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	16	16	138	43	1,00	5,21	0,00	2,95

Tabla 59: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia en habilitación profesional	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Porcentaje de aprobados	Porcentaje de aprobados eficiente	Calificación promedio	Calificación promedio eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	14	14	401	401	71,26	71,26	62,11	62,11
Universidad de Cuenca	0,57	29	28	503	354	100,00	100,00	70,98	70,98
Universidad Nacional de Chimborazo	0,50	32	32	414	414	63,89	92,66	60,58	66,12
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	47	16	179	138	100,00	100,00	74,71	74,71
Universidad Central del Ecuador	0,31	50	50	1552	1293	90,48	90,93	65,80	65,80
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,37	42	42	705	652	88,24	92,00	66,00	66,00
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,77	21	21	164	164	92,00	92,40	65,08	65,08
Universidad Nacional de Loja	0,83	19	19	226	226	89,19	94,57	65,65	66,48
Universidad de Guayaquil	0,12	121	121	2386	2386	55,20	83,21	60,27	64,35
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,33	44	44	1232	1153	79,48	79,48	63,08	63,65
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,33	46	46	767	767	79,51	87,33	63,63	65,13
Universidad de Las Américas	0,23	70	70	782	782	91,38	95,76	66,28	66,71
Universidad San Francisco de Quito	0,35	47	47	123	123	100,00	100,00	70,00	70,00
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,79	19	19	407	377	81,58	83,29	64,37	64,37
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	16	16	138	138	100,00	100,00	67,50	67,50

Tabla 60: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos

Eficiencia	Observed Coef,	Bootstrap Std, Err,	z	P> z	Percentile [95% Conf, Interval]	
<b>Eficiencia en docencia</b>						
<b>Categoría A</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Categoría B</b>	0,152	0,08	1,80	0,07	-0,02	0,31
<b>Categoría C</b>	-0,095	0,19	-0,50	0,62	-0,47	0,27
<b>Categoría D</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Estudiantes con discapacidad</b>	-0,050	0,05	-1,09	0,28	-0,14	0,04
<b>Mujeres</b>	0,008	0,01	1,37	0,17	0,00	0,02
<b>Particular autofinanciada</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Particular cofinanciada</b>	-0,110	0,19	-0,59	0,56	-0,49	0,26
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	-0,008	0,01	-1,09	0,28	-0,02	0,01
<b>Años carrera</b>	-0,009	0,00	-2,46	0,01	-0,02	0,00
<b>Constante</b>	0,230	0,56	0,41	0,68	-0,91	1,30
<b>Sigma</b>	0,087	0,02	4,94	0,00	0,00	0,07
<b>R2</b>	0,916					
<b>R2 Ajustado</b>	0,328					

Tabla 61: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en investigación

Eficiencia	Observed Coef,	Bootstrap Std, Err,	z	P> z	Percentile [95% Conf, Interval]	
<b>Eficiencia en investigación</b>						
<b>Categoría A</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Categoría B</b>	0,153	0,06	2,78	0,01	0,05	0,26
<b>Categoría C</b>	0,221	0,14	1,59	0,11	-0,04	0,50
<b>Categoría D</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Estudiantes con discapacidad</b>	-0,241	0,05	-5,31	0,00	-0,33	-0,15
<b>Mujeres</b>	0,012	0,00	4,04	0,00	0,01	0,02
<b>Particular autofinanciada</b>	0,020	0,13	0,15	0,88	-0,24	0,28
<b>Particular cofinanciada</b>	0,283	0,11	2,61	0,01	0,07	0,49
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	-0,004	0,01	-0,49	0,63	-0,02	0,01
<b>Años carrera</b>	-0,001	0,00	-0,53	0,60	0,00	0,00
<b>Constante</b>	-0,360	0,28	-1,30	0,19	-0,92	0,20
<b>Sigma</b>	0,066	0,01	5,05	0,00	0,00	0,05
<b>R2</b>	0,929					

R2 Ajustado 0,644

Tabla 62: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional

Eficiencia	Observed Coef,	Bootstrap Std, Err,	z	P> z	Percentile [95% Conf, Interval]	
<b>Eficiencia en habilitación profesional</b>						
<b>Categoría A</b>	-0,410	0,04	-9,63	0,00	-0,49	-0,33
<b>Categoría B</b>	0,032	0,02	1,29	0,20	-0,02	0,08
<b>Categoría C</b>	0,575	0,06	9,52	0,00	0,46	0,70
<b>Categoría D</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Estudiantes con discapacidad</b>	-0,086	0,02	-5,40	0,00	-0,12	-0,05
<b>Mujeres</b>	0,029	0,00	14,80	0,00	0,02	0,03
<b>Particular autofinanciada</b>	-0,410	0,04	-9,62	0,00	-0,49	-0,33
<b>Particular cofinanciada</b>	0,200	0,03	6,07	0,00	0,14	0,27
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	0,003	0,00	1,35	0,18	0,00	0,01
<b>Años carrera</b>	0,000	0,00	0,03	0,98	0,00	0,00
<b>Constante</b>	-1,697	0,17	-9,81	0,00	-2,04	-1,36
<b>Sigma</b>	0,022	0,00	5,33	0,00	0,00	0,02
<b>R2</b>	0,991					
<b>R2 Ajustado</b>	0,949					

## Modelos de eficiencia con orientación a los resultados

Tabla 63: Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en procesos educativos

Universidad	Eficiencia CRS (técnica)	Eficiencia VRS (técnica pura)	Eficiencia NIRS	Eficiencia de escala	Retornos a escala
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Cuenca	0,75	1,00	1,00	0,75	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,56	1,00	1,00	0,56	DRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,65	0,78	1,00	0,83	IRS
Universidad Central del Ecuador	0,26	0,63	1,00	0,41	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,47	0,89	0,96	0,53	DRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,99	1,00	1,00	0,99	DRS
Universidad Nacional de Loja	0,82	0,86	0,97	0,96	IRS
Universidad de Guayaquil	0,17	0,95	1,00	0,18	DRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,27	0,58	0,81	0,46	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,33	0,74	0,75	0,45	IRS
Universidad de Las Américas	0,34	1,00	1,00	0,34	DRS
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,77	0,87	0,87	0,88	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS

**Tabla 64:** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia de las carreras de odontología en habilitación profesional

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia CRS (técnica)</b>	<b>Eficiencia VRS (técnica pura)</b>	<b>Eficiencia NIRS</b>	<b>Eficiencia de escala</b>	<b>Retornos a escala</b>
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Cuenca	0,59	1,00	1,00	0,59	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,45	0,85	1,00	0,54	IRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,78	1,00	1,00	0,78	DRS
Universidad Central del Ecuador	0,31	0,90	1,00	0,34	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,37	0,90	0,95	0,41	IRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,81	0,95	0,97	0,85	IRS
Universidad Nacional de Loja	0,82	0,96	0,99	0,85	IRS
Universidad de Guayaquil	0,11	0,81	1,00	0,14	IRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,33	0,85	0,99	0,38	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,32	0,85	0,94	0,38	IRS
Universidad de Las Américas	0,22	0,91	1,00	0,25	IRS
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,78	0,94	0,98	0,83	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS

Tabla 65: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en procesos educativos de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia en docencia	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	14	14	401	117	46,55	75,86	63,29	63,29
Universidad de Cuenca	1,00	29	29	503	503	65,12	65,12	90,48	90,48
Universidad Nacional de Chimborazo	1,00	32	32	414	414	98,11	98,11	61,11	61,11
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,78	47	47	179	151	13,79	47,13	71,43	71,43
Universidad Central del Ecuador	0,63	50	50	1552	825	8,03	32,62	58,97	58,97
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,89	42	42	705	603	43,37	50,49	81,90	81,90
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1,00	21	21	164	164	33,33	33,33	76,74	76,74
Universidad Nacional de Loja	0,86	19	19	226	226	21,98	32,68	62,96	62,96
Universidad de Guayaquil	0,95	121	54	2386	327	54,92	54,92	87,82	87,82
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,58	44	44	1232	685	16,36	32,13	53,58	53,58
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,74	46	33	767	561	51,95	51,95	64,10	64,10
Universidad de Las Américas	1,00	70	70	782	782	38,71	38,71	96,30	96,30
Universidad San Francisco de Quito	1,00	47	47	123	123	61,11	61,11	91,43	91,43
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,87	19	19	407	403	50,00	50,00	62,50	62,50
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	16	16	138	138	89,66	89,66	63,41	63,41

Tabla 66: Análisis de mejoras en insumos y resultados en el modelo de eficiencia en habilitación profesional de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia en habilitación profesional	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Porcentaje de aprobados	Porcentaje de aprobados eficiente	Calificación promedio	Calificación promedio eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	14	14	401	117	71,26	84,62	62,11	62,11
Universidad de Cuenca	1,00	29	16	503	138	100,00	100,00	70,98	70,98
Universidad Nacional de Chimborazo	0,85	32	19	414	180	63,89	84,68	60,58	60,58
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	47	16	179	138	100,00	100,00	74,71	74,71
Universidad Central del Ecuador	0,90	50	19	1552	273	90,48	90,48	65,80	65,80
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,90	42	19	705	197	88,24	89,58	66,00	66,00
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,95	21	16	164	139	92,00	94,78	65,08	65,08
Universidad Nacional de Loja	0,96	19	16	226	141	89,19	96,14	65,65	65,65
Universidad de Guayaquil	0,81	121	37	2386	573	55,20	80,67	60,27	60,27
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,85	44	20	1232	302	79,48	85,02	63,08	63,08
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	0,85	46	21	767	230	79,51	85,34	63,63	63,63
Universidad de Las Américas	0,91	70	21	782	194	91,38	91,38	66,28	66,28
Universidad San Francisco de Quito	1,00	47	14	123	123	100,00	100,00	70,00	70,00
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,94	19	16	407	153	81,58	94,37	64,37	64,37
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	16	16	138	138	100,00	100,00	67,50	67,50



Tabla 67: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en procesos educativos

Eficiencia	Observed Coef,	Bootstrap Std, Err,	z	P> z	Percentile [95% Conf, Interval]	
<b>Eficiencia en docencia</b>						
<b>Categoría A</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Categoría B</b>	0,036	0,10	0,35	0,73	-0,18	0,23
<b>Categoría C</b>	-0,113	0,21	-0,53	0,60	-0,52	0,30
<b>Categoría D</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Mujeres</b>	-0,001	0,01	-0,18	0,86	-0,02	0,01
<b>Particular autofinanciada</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Particular cofinanciada</b>	-0,172	0,23	-0,76	0,45	-0,57	0,26
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	0,017	0,01	1,76	0,08	0,00	0,03
<b>Años carrera</b>	-0,004	0,00	-0,94	0,35	-0,01	0,00
<b>Constante</b>	0,964	0,71	1,36	0,17	-0,41	2,38
<b>Sigma</b>	0,106	0,02	4,59	0,00	0,00	0,08
<b>R2</b>	0,648					
<b>R2 Ajustado</b>	0,000					

Tabla 68: Resultados Simar – Wilson sobre la eficiencia en habilitación profesional

Eficiencia	Observed Coef,	Bootstrap Std, Err,	z	P> z	Percentile [95% Conf, Interval]	
<b>Eficiencia en habilitación profesional</b>						
<b>Categoría A</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Categoría B</b>	0,031	0,01	5,07	0,00	0,02	0,04
<b>Categoría C</b>	0,075	0,02	3,27	0,00	0,03	0,12
<b>Categoría D</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Estudiantes con discapacidad</b>	0,010	0,00	2,36	0,02	0,00	0,02
<b>Mujeres</b>	0,005	0,00	7,74	0,00	0,00	0,01
<b>Particular autofinanciada</b>	-0,037	0,01	-2,73	0,01	-0,07	-0,01
<b>Particular cofinanciada</b>	0,011	0,01	0,99	0,32	-0,01	0,03
<b>Pública</b>	Omitida por multicolinealidad					
<b>Minoría</b>	-0,004	0,00	-6,30	0,00	0,00	0,00
<b>Años carrera</b>	0,000	0,00	0,38	0,71	0,00	0,00
<b>Constante</b>	0,517	0,06	8,29	0,00	0,39	0,64
<b>Sigma</b>	0,005	0,00	5,33	0,00	0,00	0,00
<b>R2</b>	0,989					
<b>R2 Ajustado</b>	0,904					

## Anexo 3: Artículo académico

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN  
EDUCACIÓN SUPERIOR: EVIDENCIA  
EMPÍRICA DE LA EFICIENCIA DE LAS  
CARRERAS DE MEDICINA Y  
ODONTOLOGÍA DESDE ECUADOR**

**William Echeverría y Cristhian Rosales**

**Trabajo de titulación – Artículo académico**

**Julio de 2018**

# Evaluación del Desempeño en Educación Superior: Evidencia Empírica de la Eficiencia de las Carreras de Medicina y Odontología desde Ecuador

William Echeverría y Cristhian Rosales\*

**Resumen:** En los últimos años los países de la región han incrementado los recursos invertidos en sus sistemas de educación superior. Estos esfuerzos apuntan a mejorar la calidad, así como a acelerar las transformaciones económicas y sociales. Los procesos de evaluación y acreditación de la calidad y las políticas de inversión en educación juegan un papel importante en sus estrategias, en el marco de la búsqueda de la eficiencia en la gestión de los recursos. En términos de insumos y resultados educativos, varios estudios han estimado la eficiencia técnica de universidades y sus unidades académicas, aunque no en el marco de la calidad educativa. Teóricamente, se esperaría que la eficiencia influya en la gestión del nivel de calidad existente en una institución, a pesar de que no necesariamente una institución eficiente tiene un adecuado nivel de calidad. Este documento estudia la eficiencia técnica de las carreras de Medicina y Odontología en Ecuador, considerando datos proporcionados por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior - Ceaaces, que es el organismo rector de la política pública en evaluación del país. Este trabajo utiliza el análisis envolvente de datos para analizar la eficiencia de cada carrera en tres modelos de eficiencia: global, en procesos educativos y en habilitación para el ejercicio profesional. Además, estima el tipo de rendimientos a escala que tienen las carreras, así como las mejoras posibles del desempeño de las universidades con estas carreras, en términos de eficiencia técnica. Independientemente de los modelos, se concluye que la mayor parte de las carreras eficientes tienen financiamiento público, mientras que las carreras fuertemente eficientes corresponden a universidades de financiamiento privado.

**Palabras clave:** eficiencia técnica, desempeño de universidades, análisis envolvente de datos.

## Higher Education Efficiency Evaluation: Empirical Evidence of Medical and Dentistry Academic Programs from Ecuador.

**Abstract:** In recent years Latin-American countries have increased the amount of resources designated for their higher educational systems. One of their main objectives is to improve quality and then support economic and social development. The quality evaluation and accreditation processes and the investment policy have a key role in their strategies to raise the efficiency of resources using. In terms of educational inputs and outputs, some studies have estimated the technical efficiency of universities and their educational departments although not in the framework of educational quality. Theoretically, efficiency would be expected to influence the management of the quality level existing in an institution, nevertheless an efficient institution not necessarily has an adequate level of quality. This document estimates the technical efficiency of Medicine and Dentistry academic programs in Ecuador, considering data provided by the Council of Evaluation, Accreditation and Quality Assurance of Higher Education – Ceaaces from Ecuador. This work uses data envelopment analysis to analyze the efficiency of each career in three efficiency models: global, in educational processes and in qualification for professional practice. In addition, this paper estimates the types of scale returns of each program and possible improvements of university performance in terms of efficiency. Regardless of the models, most efficient careers have public funding, while highly efficient careers correspond to private funding universities.

**Keywords:** technical efficiency, university performance, data envelopment analysis.

---

\* Facultad de Ciencias, EPN-Ecuador, email: [willecheverriat@gmail.com](mailto:willecheverriat@gmail.com) y [patocr1@hotmail.com](mailto:patocr1@hotmail.com)  
Agradecemos a nuestro tutor de tesis, Dr. Holger Capa Santos, Ph.D. por sus valiosos comentarios y sugerencias y, al Dr. Francisco Cadena, Ph.D. por haber autorizado la entrega de la información empleada en esta investigación.

## I. Introducción

Las transformaciones en el paradigma del papel de los sistemas de educación superior y la influencia de los procesos de evaluación y acreditación de la calidad han influenciado el quehacer de las universidades y otras instituciones de educación superior, por esto, para Olssen y Peters (2005) las universidades han reemplazado la abierta cultura de investigación intelectual y debate por un estrés institucional en mejorar su desempeño, como evidencia de la emergencia del énfasis en medir sus resultados.

Varios países del contexto latinoamericano han posicionado durante los últimos años las políticas en formación de talento humano y mejoramiento de la calidad de la educación como una parte importante del gasto social (principalmente países con gobiernos denominados “progresistas”, tales como Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, entre otros). Para ilustrar esta afirmación, Ecuador, un país de renta media e índice de desarrollo humano medio alto, alcanzó el mayor incremento en los recursos destinados para América Latina, pasando de invertir el 0,7 % del PIB en educación superior en 2006 al 2,12 % en 2014 (Ramírez R., 2016). Sin embargo, de acuerdo con Ramírez y Minteguiada (2010), las reformas en el marco normativo de la educación superior han posibilitado cambios importantes en el sistema que aún no han sido estudiados por completo y con profundidad.

La investigación en educación superior ha crecido de manera importante en los últimos años desde diferentes enfoques (Paulsen, 2008). En general, los estudios enfocados en el análisis de eficiencia de las instituciones de educación superior ocupan una parte importante de la literatura empírica principalmente en contextos de países desarrollados (Johnes, 2008; Thanassoulis, Kortelainen, Johnes, & Johnes, 2011; Johnes & Johnes, 2013; Thanassoulis, De Witte, Johnes, Johnes, Karagiannis & Portela, 2016). En particular, los estudios sobre la eficiencia de la educación superior en contextos de países con sistemas educativos emergentes son escasos, pese a la expansión de los recursos asignados a educación superior en diferentes sistemas educativos y considerando que las instituciones de educación superior tienen presiones importantes para que sean más productivas, en cantidad y calidad (Alcántara, 2006).

La presente investigación propone un estudio exploratorio de la eficiencia técnica de las carreras de Medicina y Odontología en Ecuador, considerando la información proveniente de los procesos de acreditación nacionales llevados a cabo por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior - Ceaaces. Esta se ha organizado de la siguiente manera: en la siguiente sección se presenta una revisión empírica de los estudios de la eficiencia técnica en sistemas de educación emergentes; en la tercera sección se describen brevemente los criterios

empleados por el Ceaaces para evaluar la calidad educativa en Ecuador; en la cuarta sección se explican los modelos propuestos de eficiencia, la orientación del análisis y el tipo de rendimientos empleados, para luego pasar a exponer las principales fuentes de información en la siguiente sección. Finalmente, en la sexta sección se analizan los resultados y en la última sección se discuten las conclusiones.

### ***Estudios de eficiencia en sistemas de educación emergentes***

Los sistemas de educación superior en países en desarrollo enfrentan particularidades derivadas del contexto, poco estudiadas y diferentes a las de países desarrollados. Por ejemplo, de acuerdo con el informe “*Education at a glance*” (OECD, 2016), en América Latina, los salarios de la población con educación superior respecto a la población con educación secundaria pueden llegar a ser hasta cuatro veces superiores, mientras que, en los países de la *OECD*, los graduados universitarios alcanzan remuneraciones hasta en un 48 % más altas que trabajadores sin educación superior.

Bashir (2007) plantea que las preocupaciones de los países en desarrollo se refieren a los posibles impactos negativos del intercambio producido en la esfera mundial, entre los sistemas de educación superior de países desarrollados con los sistemas de educación superior domésticos de países en desarrollo, desfinanciados e ineficientes, que operan en sistemas regulatorios débiles.

Uno de los estudios pioneros en aplicar un análisis de eficiencia a universidades en el contexto latinoamericano es el estudio realizado por Marinho, Resende y Façanha (1997) a las universidades federales de Brasil con datos de 1994. Los autores emplean análisis envolvente de datos eligiendo a los insumos y resultados, no “arbitrariamente”, sino mediante un análisis factorial (debido a la cantidad de insumos y resultados). Entre los insumos incluidos en el estudio se tienen (de un total de 15): Número de estudiantes, profesores con doctorado, profesores con maestría, características del personal administrativo, áreas de construcción, entre otros. En el caso de los resultados (de un total de 9), los autores emplearon el número de cursos de grado, maestría y doctorado, certificados entregados, tesis defendidas y disertaciones aceptadas. En la Tabla 1 se resumen los autores, países y variables de los estudios mencionados.

En el caso de análisis de eficiencia de las unidades académicas al interior o entre las instituciones de educación superior, es todavía menor. No se encuentran estudios que analicen la eficiencia de carreras o programas académicos en una misma institución o dentro de un sistema de educación superior de países en desarrollo.

**Tabla 1.** Variables utilizadas por algunos autores en análisis de eficiencia en estudios de educación superior en contextos en desarrollo

<b>Autores</b>	<b>Insumos</b>	<b>Resultados</b>	<b>País</b>
Taylor y Harris, 2014	Número de estudiantes Número de profesores	Cualificaciones académicas Resultados de investigación	Sudáfrica
Ramírez y Alfaro, 2013	Gastos operativos	Número de artículos publicados en ISI Número de estudiantes matriculados	Chile
González-Araya y Verdugo, 2010	Número de profesores Número de estudiantes matriculados Financiamiento obtenido del Estado	Número de publicaciones en ISI Número de alumnos titulados Número de alumnos matriculados en primer año	Chile
Zoghbi, Rocha y Mattos, 2013*	Número de profesores por estudiante Número de computadores por estudiante	Calificaciones examen nacional estandarizado	Brasil
Melo, Ramos y Hernández, 2014*	Estudiantes por profesor Porcentaje de profesores con posgrado y titularidad facilidades de infraestructura	Número de estudiantes matriculados en grado y posgrado Índices de investigación Calificaciones en pruebas estandarizadas a nivel nacional	Colombia
Ruiz, Bonilla, Chavarro, Orozco, Zarama y Polanco, 2010	Número de investigadores en grupos de investigación Años de experiencia de los grupos	Número de artículos publicados Libros Capítulos de libros Conferencias Tesis dirigidas	Colombia
Mendoza, Cadavid y Herrera, 2013	Calificaciones previas Tiempo destinado al estudio	Calificaciones actuales en las asignaturas	Colombia

### ***La acreditación de las carreras de salud en Ecuador***

En Ecuador, la decisión del Ceaaces sobre la acreditación de una carrera parte de la evaluación externa de dos dimensiones: el entorno de aprendizaje y los resultados de aprendizaje, cada uno con sus procesos propios. En el primer caso, la evaluación externa implica la recolección de datos e información cuantitativa y cualitativa, a través de un conjunto de variables e indicadores sobre procesos educativos y resultados en docencia, investigación y vinculación, con participación de pares evaluadores externos. Para el caso de la evaluación de resultados de aprendizaje se implementa un examen estandarizado a estudiantes de último año (Ceaaces, 2017).

La evaluación del entorno de aprendizaje de carreras de grado se realiza a través de un conjunto de criterios, estándares e indicadores incluidos en documentos técnicos denominados Modelos de evaluación el entorno de aprendizaje. Para el caso de las carreras de medicina (2014) y odontología (2015), estos consideraron los criterios de calidad relacionados con la pertinencia del proyecto académico, el currículo, las calificaciones y producción científica del personal académico, la disponibilidad de

servicios estudiantiles, las características de ambientes especializados de aprendizaje como laboratorios y centros de simulación, y las actividades académicas y escenarios de prácticas durante la etapa final de la formación académica (Ceaaces, 2015 y 2016).

Por otro lado, la habilitación para el ejercicio profesional está establecida en el Art. 104 de la Ley Orgánica de Educación Superior (2010), donde se señala que el Ceaaces “desarrollará un examen de habilitación profesional para el ejercicio profesional, en aquellas carreras que pudieran comprometer el interés público, poniendo en riesgo la vida, la salud y la seguridad de la ciudadanía”. Es decir, en Ecuador la habilitación profesional es una actividad bastante nueva, considerando que este proceso existe desde hace más de una década en países de Sudamérica, como Chile (Eunacom) y México (Ceneval).

La aprobación del Examen de Habilidad para el Ejercicio Profesional – EHEP es un requisito indispensable para ejercer la profesión en las carreras de interés público, como es el caso de las carreras de medicina y odontología. El examen se diseña con expertos académicos de cada área de conocimiento, utilizando principalmente reactivos de base estructurada que son validados externamente de manera posterior (Ceaaces, 2015). La estructura del examen se elabora sobre la base de un temario que incluye contenidos sobre competencias y resultados de aprendizaje esperados de acuerdo con la carrera evaluada. De manera general, los exámenes contienen preguntas de interpretación, análisis, síntesis y toma de decisiones, y para el caso de carreras en el área de ciencias de la salud, el enfoque de las preguntas se basa en el “diagnóstico, el tratamiento, el pronóstico, la prevención y la rehabilitación” (Ceaaces, 2015, pág. 1).

De acuerdo con las resoluciones del Consejo, cuando se trata de un proceso de evaluación de carrera, hasta ahora se han acogido los resultados del Examen Nacional de Evaluación de Carrera – ENEC; para la habilitación para el ejercicio profesional de los sustentantes. Se pueden considerar por tanto como un mismo examen.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de tres aplicaciones realizadas entre octubre de 2015 y septiembre de 2016 a la carrera de medicina y de dos aplicaciones realizadas en el año 2016 a la carrera de odontología. En el primer caso, hasta finales de 2016 se han realizado cinco aplicaciones del examen medicina, mientras que, en odontología se han realizado tres convocatorias.



**Tabla 2.** Resumen<sup>56</sup> de evaluación de resultados de aprendizaje por carrera y convocatoria

	Convocatoria	Aprobado		No Aprobado	
<b>Medicina</b>	Octubre, 2015	1.134	63,7%	647	36,3%
	Abril, 2016	2.756	75,3%	906	24,7%
	Septiembre, 2016	628	65,3%	333	34,7%
<b>Odontología</b>	Abril, 2016	1.274	72,0%	496	28,0%
	Septiembre, 2016	1.027	58,9%	717	41,1%

## II. Metodología y fuentes de información

En la formulación del Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas en inglés) se consideran como Unidades de Decisión (DMU por sus siglas en inglés) a aquellas unidades sobre las que se realizará el análisis de eficiencia (en este caso, las carreras de odontología y medicina). El modelo DEA que se utiliza en el presente estudio se basa en Cooper, Seiford, & Zhu (2011).

Se asume que existen  $n$  DMUs a ser evaluadas. Cada DMU consume diferentes niveles de  $m$  insumos para producir  $s$  productos. De manera específica, la DMU <sub>$j$</sub>  consume una cantidad  $x_{ij}$  del insumo  $i$  para producir  $y_{rj}$  del producto  $r$ . Se asume que  $x_{ij} \geq 0$  y  $y_{rj} \geq 0$  y; adicionalmente, que cada DMU tiene al menos un valor positivo de un insumo y de un producto.

En principio, lo que se busca medir es la eficiencia de cada DMU considerando sus múltiples insumos y productos. Así, el problema de optimización que se debe solucionar se presenta en (eq. 1):

$$\text{máx } z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \quad (\text{eq. 1})$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad \text{para } j = 1, \dots, n.$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

---

<sup>56</sup> Notar que se presentan resultados de la evaluación de Medicina desde la tercera convocatoria, y para el caso de Odontología desde la segunda, debido a la disponibilidad de datos relacionados con la Encuesta Nacional de Estudiantes.

$$\mu_r, v_i \geq 0 \text{ para todo } i, r.$$

Siguiendo el desarrollo metodológico en Cooper, Seiford, & Zhu (2011), a partir del problema planteado en (eq. 1) se derivan las formulaciones de Charnes, Cooper y Rhodes - CCR del DEA, también conocido como el modelo DEA con Rendimientos Constantes a Escala (RCE). Si se incluye la restricción (eq. 2) en los modelos mencionados, la formulación corresponde al modelo DEA de Banker, Charnes y Cooper - BCC (esta inclusión corresponde a añadir una variable  $\mu_0$  en la formulación del primal).

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (\text{eq. 2})$$

Esta inclusión, permite evaluar los retornos a escala (creciente, decreciente o constante); por lo que el modelo BCC también es conocido como modelo de Rendimientos Variables a Escala (RVE).

El análisis DEA, utiliza un concepto de eficiencia basado en (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011):

- i. **Eficiencia extendida en el sentido de Pareto – Koopmans:** la eficiencia total es alcanzada por cualquier unidad de análisis, si y sólo si, ningún insumo o resultado puede mejorarse, empeorando otro insumo o resultado. Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones en ciencias sociales o gestión, el nivel de eficiencia teórico no es conocido, por lo que se toma la siguiente definición considerando únicamente la información que empíricamente se encuentra disponible.
- ii. **Eficiencia relativa:** una unidad de análisis puede considerarse como eficiente (100 % eficiente), en función de la evidencia disponible, si y sólo si, los desempeños de otras unidades de análisis no demuestran que algunos de sus insumos y resultados no pueden mejorar sin empeorar algunos de sus otros insumos y resultados.

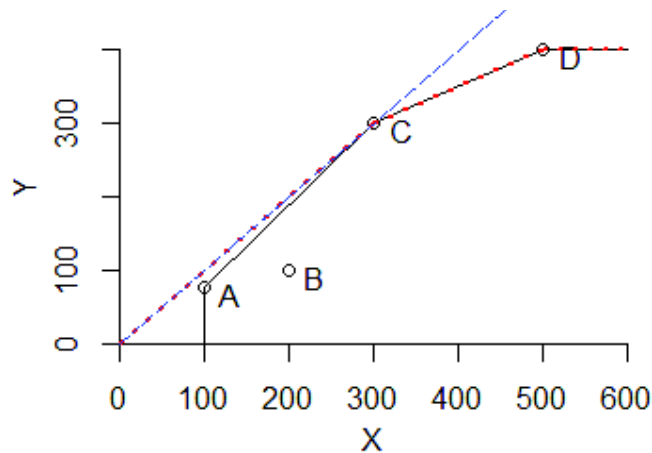
### **Frontera de eficiencia**

Un concepto importante en el análisis de eficiencia es la frontera de eficiencia. En el estudio pionero desarrollado por Farell (1957), se comparan indicadores de eficiencia con la frontera de producción (Martín, 2007). En la Figura 1, basada en Bogetoft y Otto (2010, se explica este concepto a través de un conjunto de unidades de análisis considerando dos indicadores de eficiencia ( $X$  y  $Y$ ), y una isocuanta de producción que permite analizar la frontera de eficiencia.

Se pueden observar a cuatro unidades de unidades de análisis (A, B, C y D), considerando dos indicadores de eficiencia:  $X$  (insumos) y  $Y$  (resultados). Si se considera una función de producción con rendimientos variables a escala (RVE), se

observa que únicamente las unidades A (100; 75), C (300; 300) y D (500; 400) se encuentran sobre la recta negra. Es decir, estas unidades representan aquellas que maximizan los insumos  $X$  y los resultados  $Y$  para un determinado nivel de producción reflejado por la isocuanta. La metodología DEA permite encontrar esta frontera, integrada por las unidades de análisis más eficientes, asumiendo una determinada orientación del análisis (orientada por insumos o por resultados) y una economía con determinados rendimientos (constantes o variables a escala).

Figura 2: Frontera de eficiencia.



### ***Orientación del análisis***

Existen dos orientaciones para aplicar el DEA: i) orientación por insumos o contracción y, ii) orientación por resultados o expansión. Una anotación importante es que “cuando ninguna de las entradas es controlable por la administración solo se puede especificar el modelo de maximización de la salida” (Avkiran, 2001, pág. 66).

Básicamente, los insumos utilizados en los modelos propuestos buscan capturar el capital humano de los procesos educativos: profesores y estudiantes. Parece razonable asumir que los insumos son controlables por las instituciones y sus carreras; no obstante, es necesario considerar las políticas de admisión de estudiantes en las carreras de medicina y odontología del sistema de educación superior ecuatoriano. En el caso de las carreras de universidades privadas (autofinanciadas o cofinanciadas), existen mecanismos y políticas de admisión definidas por las propias instituciones; no así en el caso de las carreras de universidades públicas, en donde a partir del año 2012 se ha implementado un sistema nacional de admisión y nivelación (SNNA), que permite postular a una carrera dependiendo de la calificación obtenida en el examen estandarizado de aptitudes y habilidades, denominado ENES (Examen Nacional para la Educación Superior). Es decir, los estudiantes de universidades públicas no pasan por un proceso de admisión gestionado por las propias universidades, aunque estas últimas sí pueden determinar el número de cupos disponibles. De igual manera ocurre en el

caso de los profesores, quienes deben participar de un concurso de méritos y oposición públicos para ingresar a la carrera docente.

El presente estudio en su afán exploratorio e inédito podría abordar las dos orientaciones; no obstante, con estas consideraciones previas, el análisis de los resultados se enfoca en el DEA orientado a los resultados.

En cada una de las orientaciones del DEA se pueden encontrar holguras en insumos y resultados. Al respecto Avkiran (2001) propone:

Por ejemplo, bajo la minimización de la entrada, las posibles mejoras indicadas por DEA pueden sugerir el aumento de una o más de las salidas mientras se disminuyen las entradas. Tales holguras representan productos que están sub-producidos. De forma similar, bajo la maximización de la salida, los resultados pueden sugerir el aumento de las salidas; así como también la reducción de las entradas (es decir, una holgura de entrada). En tal caso, la reducción de insumos implica entradas sobre-utilizadas. (Avkiran, 2001, pág. 66)

### ***Tipos de rendimientos a escala***

El comportamiento de los rendimientos representa una característica principal de la producción de resultados basados en insumos. Los rendimientos pueden ser constantes a escala (RCE) y variables a escala (RVE). Cuando se utiliza RCE se asume que no existe una relación significativa entre la eficiencia de las unidades de análisis y la escala o el tamaño de las operaciones, es decir, al considerar RCE tanto las carreras de universidades grandes; así como las carreras más pequeñas son igual de eficientes en convertir insumos en resultados (Avkiran, 2001). Con RCE tanto la orientación por insumos; así como por resultados, produce la misma eficiencia relativa (Avkiran, 2001).

El valor obtenido en la eficiencia con RCE representa la eficiencia técnica, que básicamente mide las ineficiencias relacionadas con la configuración de insumos y resultados, así como la eficiencia relacionada con la escala (el tamaño de las operaciones en cada unidad de análisis). Por otro lado, el puntaje de la eficiencia con RVE representa la eficiencia técnica pura, es decir, la eficiencia técnica sin incluir la eficiencia relacionada con la escala. De esta manera, la eficiencia técnica (ET) se puede descomponer en eficiencia técnica de escala (ETE) y eficiencia técnica pura (ETP), por tanto, Avkiran (2001) propone que<sup>57</sup>:

$$TE = ETP \times ET$$

---

<sup>57</sup> Ver Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Springer Science & Business Media.

Para decidirse por el tipo de retornos a escala sobre el cual se realiza el análisis DEA, se analiza, siguiendo la propuesta de Avkiran (2001), la correlación existente entre las eficiencias con rendimientos constantes a escala en los modelos propuestos con el tamaño de las unidades de análisis. Se utiliza como indicador del tamaño de las carreras, al número ponderado de profesores con dedicación a tiempo completo. En la Tabla 3 se muestran las correlaciones obtenidas.

En todos los casos se tiene una relación negativa superior a 0,7. De esta manera, siguiendo a Avkiran (2001), se considera razonable elegir a los rendimientos variables a escala para el análisis DEA de los modelos propuestos, tanto para medicina como para odontología.

**Tabla 3.** Correlación entre la eficiencia de los Modelos con rendimientos constantes a escala y el tamaño de las carreras de medicina y odontología

Eficiencia*	Correlación medicina	Correlación odontología
Eficiencia global (output)	-0,51	-0,77
Eficiencia docencia (output)	-0,75	-0,72
Eficiencia habilitación (output)	-0,78	-0,71

### ***Modelos propuestos para la eficiencia***

Calcular la eficiencia relativa en diferentes modelos del desempeño de las unidades de análisis en varias dimensiones (por ejemplo: docencia, investigación, servicios) genera elementos importantes para la toma de decisiones (Avkiran, 2001), y a nivel específico permite una fácil interpretación, que también es algo importante (Bogetoft & Otto, 2010). El argumento en un modelo de desempeño de las universidades, desde el enfoque de producción, es que las universidades emplean personas para producir graduados y generar resultados de investigación.

Para Bogetoft y Otto (2010), una cuestión fundamental para elegir las medidas de eficiencia usadas tiene que ver con lo controlable que resulten estas medidas para las unidades de análisis. Para los autores, tiene sentido que la “controlabilidad”, permita interpretar mejor los análisis de eficiencia, ya que no es muy informativo o no tiene una motivación sólida evaluar un desempeño sobre factores que no controlan las unidades de análisis. Tomando en cuenta esta consideración, los modelos propuestos en este documento consideran la “controlabilidad” de las medidas de eficiencia, pero también la revisión de la literatura empírica presentada en la segunda sección.

Se tiene que cada insumo posible de producción de la institución  $i$  ( $x_{ij}$ ) corresponde a:

- iii. Personal académico ( $x_{i1}$ ): número de profesores con dedicación a tiempo completo o equivalente (Tomkins y Green, 1990) (Johnes y Johnes, 1993) (Coelli et al., 1996) (Avkiran, 2001).

- iv. Estudiantes ( $x_{i2}$ ): número de estudiantes a tiempo completo (Tomkins y Green, 1990) (Coelli et al., 1996) (Avkiran, 2001).

Las medidas de eficiencia consideradas para cada  $y_{ij}$ , corresponden a los resultados obtenidos del proceso educativo de la carrera, en particular en tres ejes:

- a) Resultados en procesos educativos: que se refieren a los resultados obtenidos de los procesos de enseñanza-aprendizaje: i) ( $y_{i1}$ ), la tasa de retención, que permite capturar las capacidades de la carrera para mantener a los estudiantes en particular durante los dos primeros años; así como ii) ( $y_{i2}$ ), la tasa de titulación de estudiantes de medicina y odontología, en los periodos reglamentarios.
- b) Resultados de investigación: que para este caso implica capturar los resultados de la producción científica; es decir: i) ( $y_{i3}$ ), el número de artículos académicos por profesor publicados en revistas indexadas mundial y regionalmente y, ii) ( $y_{i4}$ ), el número de libros o capítulos de libros revisados por pares.
- c) Resultados en habilitación profesional, que implica capturar los resultados en el proceso obligatorio de habilitación profesional para medicina y odontología, para lo cual se propone utilizar: i) ( $y_{i5}$ ), el porcentaje de estudiantes que aprueban y, ii) ( $y_{i6}$ ), su promedio de calificaciones.

La selección de estas variables se fundamenta en dos razones. Primero, por un motivo práctico, esta información se encuentra disponible por los procesos de evaluación y acreditación de la calidad de carreras llevados a cabo por el Ceaaces. En segundo lugar, por la revisión de la literatura empírica que se discute en la segunda sección.

### **Datos**

Los datos utilizados en este documento fueron obtenidos entre 2014 y 2016 por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior. Las fuentes primarias de información provienen de datos cuantitativos de la evaluación de características e insumos de las instituciones educativas; así como, los resultados de exámenes estandarizados aplicados en abril de 2016 a estudiantes de las carreras que se encontraban próximos a graduarse.

### **Medicina**

Ecuador cuenta actualmente con un total de 23 carreras de medicina vigentes (Sniese, 2017); sin embargo, para la evaluación del entorno de aprendizaje (2014) se consideraron 22 carreras distribuidas en 21 universidades. Para ese año, la formación académica de grado en la carrera de medicina contó con 41.220 estudiantes, 3.532 profesores e investigadores (Ceaaces, 2015). De las IES que ofertan la carrera de

medicina, el 48 % son públicas, el 29 % cofinanciadas y el 23 % autofinanciadas. Adicionalmente, considerando el número de estudiantes inscritos, el 67 % de los médicos se forman en las instituciones públicas, el 26 % en instituciones cofinanciadas y un 7 % en universidades autofinanciadas (Ceaaces, 2015).

De estas 22 carreras, 2 no presentaron cohortes de estudiantes titulados durante el periodo considerado para la evaluación, razón por la que el análisis se realiza a partir de 20 carreras. Este número de unidades de análisis es aceptable, considerando que un tamaño de muestra mínimo, que permita discriminar las carreras eficientes de las ineficientes debe ser mayor o igual al producto del número de insumos y resultados (Boussofiene & Dyson, 1991 citado por Avkiran, 2001 y Barros & Dieke, 2008).

En la Tabla 4 se observan algunas estadísticas de las variables presentes en los modelos propuestos para el caso de medicina. La considerable desviación estándar en el número de estudiantes implica que existe una heterogeneidad importante en el tamaño de las carreras.

**Tabla 4.** Estadísticas de indicadores y variables utilizadas en modelos propuestos de medicina

Variables	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva	70,70	41,12	23,00	156,50
Número de estudiantes	1 335,70	1 319,90	258,00	5671,00
Índice de artículos indexados	61,75	91,38	0,00	283,54
Índice de libros y capítulos de libros publicados	2,17	3,00	0,00	12,00
Tasa de titulación	38,12	19,32	8,69	84,09
Tasa de retención	83,35	18,53	36,31	100,00
Tasa de aprobación del examen de habilitación para el ejercicio profesional	78,56	16,83	52,84	100,00
Promedio de calificaciones en el examen de habilitación para el ejercicio profesional	64,92	4,61	59,92	75,93

### **Odontología**

En el caso de odontología, la evaluación del entorno de aprendizaje se realizó en agosto de 2015 e incluyó parámetros similares a los utilizados en la evaluación de medicina, con diferencias en la evaluación de las prácticas clínicas que en odontología tienen una estructura distinta. A la fecha de evaluación, las carreras de odontología tenían 9.944 estudiantes, 448 profesores a tiempo completo, 212 a medio tiempo y 242 a tiempo parcial (Ceaaces, 2016).

De las 15 carreras de odontología, el 40 % se imparten en instituciones públicas, 40% en instituciones autofinanciadas y el restante 20 % en instituciones cofinanciadas. En el caso de los estudiantes, esto implica que, el 55 % de estudiantes forman parte de

instituciones públicas, el 24 % instituciones autofinanciadas y el restante 21 % de instituciones cofinanciadas (Ceaaces, 2016). Se puede observar en la Tabla 5 que en las 15 carreras analizadas existe una gran variabilidad en el número de profesores y el número de estudiantes (que serán considerados como insumos).

**Tabla 5.** Estadísticas de indicadores y variables utilizadas en modelos propuestos de odontología

Variables	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Número ponderado de profesores con dedicación exclusiva	40,97	27,27	13,75	121,00
Número de estudiantes	665,27	630,91	123,00	2 386,00
Índice de artículos indexados	2,73	4,23	0,00	15,00
Índice de libros	1,53	3,12	0,00	9,50
Tasa de titulación	46,20	26,05	8,03	98,11
Tasa de retención	72,40	13,86	53,58	96,30
Porcentaje de aprobación examen	85,48	13,73	55,20	100,00
Promedio calificación examen	65,74	3,90	60,27	74,71

### III. Resultados

#### *Medicina*

En la Tabla 6 se visualizan los resultados de las carreras en los tres modelos de análisis propuestos. En este caso existen 11 carreras eficientes (55 % del total). Asimismo, se observa que el promedio de eficiencia es alto (0,94). Esto, sumado al hecho que la desviación estándar es pequeña, es suficiente para afirmar que en general, las carreras de medicina son más eficientes cuando se busca maximizar los resultados obtenidos.

De las carreras eficientes en este modelo, 5 corresponden a universidades públicas (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Guayaquil, Universidad Técnica de Ambato, Universidad Central del Ecuador y Universidad de Cuenca); 4 pertenecen a universidades autofinanciadas (Universidad San Francisco de Quito, Universidad del Azuay, Universidad Internacional del Ecuador y Universidad Regional Autónoma de los Andes); y 2 son carreras de universidades cofinanciadas (Universidad Tecnológica Equinoccial y Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues).

Además, se puede observar que el promedio de eficiencia de las universidades públicas (0,92) es menor al promedio general de eficiencia en este modelo de eficiencia global (0,94) y, por ende, es también menor al promedio de eficiencia de las carreras de medicina de universidades cofinanciadas y autofinanciadas (0,96).

En los modelos de eficiencia en procesos educativos y habilitación profesional se observan promedios de eficiencia y porcentajes de carreras eficientes menores a los presentados en el modelo de eficiencia global, aunque con una mayor heterogeneidad (0,17 de desviación estándar).



**Tabla 6.** Resultados de los modelos de eficiencia con rendimientos variables a escala y orientación a los resultados de las carreras de medicina

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia global</b>	<b>Eficiencia procesos educativos</b>	<b>Eficiencia habilitación profesional</b>
Universidad Técnica De Manabí	0,84	0,82	0,81
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	1,00	1,00	0,82
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,98	0,87	0,98
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,92	0,78	0,86
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,81	0,36	0,81
Universidad Técnica Particular De Loja	0,85	0,67	0,85
Universidad De Guayaquil	1,00	0,99	0,84
Universidad San Francisco De Quito	1,00	0,92	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	0,79	1,00
Universidad De Cuenca	1,00	0,93	0,95
Universidad Nacional De Loja	0,88	0,88	0,81
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	1,00	1,00
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00
Universidad Técnica De Machala	0,84	0,80	0,80
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,83	0,80	0,79
Universidad Central Del Ecuador	1,00	0,95	0,91
Universidad Técnica De Ambato	1,00	1,00	0,86
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,84	0,82	0,81
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	1,00	1,00	0,80
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	0,47	1,00
<i>Promedio</i>	0,94	0,84	0,88
<i>Desviación estándar</i>	0,07	0,17	0,08
<i>Porcentaje eficientes</i>	55,00 %	25,00 %	25,00 %

Existen 5 carreras eficientes en procesos educativos; es interesante notar que el promedio de eficiencia de las carreras de universidades públicas (0,90) es superior al promedio de eficiencia de otras carreras del sistema (0,79). De las carreras eficientes en este aspecto, 2 pertenecen a universidades públicas (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y Universidad Técnica de Ambato) y 3 son autofinanciadas (Universidad Internacional del Ecuador, Universidad del Azuay y Universidad Autónoma de los Andes). Estos resultados se refieren a la eficiencia técnica y técnica pura, razón por la cual, los resultados encontrados en los modelos propuestos no deben confundirse con los niveles de calidad educativa de las instituciones, que están fuera del alcance de la presente investigación.

En los resultados del modelo de eficiencia de la habilitación profesional, se observa un nivel de eficiencia promedio mayor a la eficiencia en procesos educativos,

pero con una heterogeneidad menor (en este modelo la desviación estándar es 0,07). En este caso, llama la atención que ninguna de las 5 carreras eficientes pertenece a una universidad pública, y más bien hay un predominio de las universidades autofinanciadas. De hecho, el promedio de eficiencia de las universidades privadas (0,93) es significativamente mayor que el promedio de eficiencia de las universidades públicas (0,84).

Los modelos propuestos tienen un poder de discriminación significativo (Avkiran, 2001), ya que las carreras que son eficientes en procesos educativos o habilitación profesional también son eficientes en el modelo global. Dos carreras son eficientes en todos los modelos propuestos y pertenecen a universidades privadas: Universidad Internacional del Ecuador y Universidad del Azuay (universidades autofinanciadas); y una carrera de una universidad cofinanciada (Universidad Católica de Cuenca sede Azogues) tiene el rendimiento en eficiencia menor, en todos los modelos.

En la Tabla 7 se puede notar que la eficiencia técnica tiene un promedio (0,71) menor que la eficiencia técnica pura (0,94) o que la eficiencia de escala (0,75); es decir, la eficiencia técnica pura o habilidades de gestión tiene un buen desempeño en todas las carreras y, debido a la heterogeneidad en el tamaño de las carreras de medicina, existen cuestiones de la eficiencia asociadas a la escala. Cuando se trata de maximizar los resultados, cobra una mayor relevancia la escala de las unidades de análisis.

Cabe notar que, de estas 6 carreras eficientes (que representa el 30 % de las carreras analizadas), apenas 1 es pública (corresponde a la Universidad de Cuenca) y 2 son cofinanciadas (Universidad Tecnológica Equinoccial y Universidad Católica de Cuenca sede Azogues). Por otro lado, 7 carreras de medicina (35 % de las carreras) operan con rendimientos crecientes a escala (pueden seguir incrementando su tamaño sin afectar negativamente su eficiencia) y las 7 carreras restantes operan con rendimientos decrecientes a escala. En este grupo se observa que se encuentran las dos carreras de medicina más grandes en el país (Universidad Central del Ecuador y Universidad de Guayaquil). Si bien, en cierta medida, disminuir el tamaño de estas carreras es una hipótesis poco plausible (sobre todo por razones políticas asociadas al acceso a educación superior), es importante entender que, bajo las condiciones del periodo considerado, aumentar el tamaño de estas carreras podría comprometer su eficiencia, o, dicho de otro modo, el incremento promedio de los insumos produce un incremento promedio menor de los resultados –y de hecho decrecen a medida que se incrementan los insumos-.

**Tabla 7.** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina

Universidad	Eficiencia técnica	Eficiencia técnica pura	Eficiencia de escala	Retornos a escala
Universidad San Francisco De Quito	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad De Cuenca	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Del Azuay	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	0,92	0,93	DRS
Universidad Central Del Ecuador	0,85	1,00	0,85	DRS
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	1,00	0,80	DRS
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	1,00	0,79	DRS
Universidad Técnica De Machala	0,79	0,84	0,94	IRS
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	0,81	0,91	IRS
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	0,85	0,57	IRS
Universidad De Guayaquil	0,49	1,00	0,49	DRS
Universidad Técnica De Ambato	0,48	1,00	0,48	DRS
Universidad Nacional De Loja	0,45	0,88	0,51	IRS
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	0,83	0,54	IRS
Universidad Técnica De Manabí	0,35	0,84	0,42	IRS
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	0,84	0,41	IRS
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	0,98	0,29	DRS
<i>Promedio</i>	0,71	0,94	0,75	
<i>Desviación Estándar</i>	0,25	0,07	0,25	

*Siglas en inglés: CRS (rendimientos constantes a escala), DRS (Rendimientos decrecientes a escala), IRS (rendimientos crecientes a escala).*

En el caso de las holguras del Modelo de eficiencia global con orientación a los insumos y rendimientos variables a escala (Anexo: Tabla 10), se observa que 3 de las 7 carreras que operan con rendimientos constantes a escala son eficientes fuertemente. Estas carreras de medicina pertenecen a tres universidades autofinanciadas: Universidad San Francisco de Quito, Universidad Internacional del Ecuador y Universidad del Azuay.

En el caso de la carrera de medicina de la Universidad de Cuenca, eficiente débilmente, se podría mejorar su eficiencia incrementando a su vez en 77,2 % su índice

ponderado de publicaciones indexadas, incluso mientras reduce simultáneamente el 11 % de sus profesores. Es decir, este *slack* indica que hay una sobreutilización de este insumo, lo que podría corresponder varias causas, entre las que se pueden mencionar que no todos los profesores cuentan necesariamente con carga horaria destinada a investigación o que los niveles de publicación de los profesores de la carrera son bajos comparativamente con otras carreras más eficientes en este aspecto. No se pudo estimar la eficiencia del Modelo en investigación debido a que varias carreras tuvieron un desempeño nulo en los indicadores utilizados como proxys para la investigación.

En general, la formación académica en medicina podría incrementar su tasa de titulación en 12,9 % y su tasa de aprobación de estudiantes del Examen de Habilitación Profesional en un 5 %, así como el promedio de calificaciones en el mencionado examen, con una reducción –simultánea- fuerte del número de estudiantes (aproximadamente el 80 %).

Los *slacks* resultantes son significativos en el lado de los insumos, particularmente en el caso del número de estudiantes (el *slack* promedio aquí es de 0,79) y en lo relacionado con los resultados, específicamente en la índice ponderado de publicaciones donde se tiene un promedio mayor incluso que el caso de los estudiantes (el *slack* promedio de esta variable es 1,80); es decir, existe una sobreutilización de estos insumos, y se podría incrementar significativamente la producción científica disminuyendo simultáneamente el número de estudiantes.

### ***Odontología***

De acuerdo con la Tabla 8, la carrera que presenta los menores niveles de eficiencia global y en docencia es la Universidad Católica de Cuenca (Matriz), con valores equivalentes al 86 % y 58 % respectivamente; en el caso del índice de eficiencia en habilitación profesional, la carrera de odontología de la Universidad de Guayaquil es la que presenta el menor resultado, con el 81 %. Las Universidades que son eficientes en todos los modelos analizados son: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Cuenca, Universidad San Francisco de Quito y Universidad Internacional del Ecuador. En este caso, el 60 % de las carreras son eficientes globalmente, el 47 % son eficientes en docencia y el 33 % eficientes en habilitación profesional. En general, existe homogeneidad en la eficiencia con orientación hacia los resultados, por parte de las carreras de odontología del Ecuador.

**Tabla 8. Modelos de eficiencia de las carreras de odontología con orientación a los resultados**

<b>Universidad</b>	<b>Eficiencia global</b>	<b>Eficiencia procesos educativos</b>	<b>Eficiencia habilitación profesional</b>
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00
Universidad de Cuenca	1,00	1,00	1,00
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1,00	1,00	0,95
Universidad de Las Américas	1,00	1,00	0,91
Universidad Nacional de Chimborazo	1,00	1,00	0,85
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	0,78	1,00
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	0,74	0,85
Universidad Nacional de Loja	0,96	0,86	0,96
Universidad de Guayaquil	0,95	0,95	0,81
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,94	0,87	0,94
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,92	0,89	0,90
Universidad Central del Ecuador	0,90	0,63	0,90
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,86	0,58	0,85
<i>Promedio</i>	0,97	0,89	0,93
<i>Desviación estándar</i>	0,04	0,14	0,07
<i>Porcentaje de eficientes</i>	60%	47%	33%

Las carreras que muestran resultados ineficientes potencialmente pudieron haber obtenido mejores tasas de retención, titulación, porcentaje de aprobados en el examen de habilitación y calificación promedio en el mismo; considerando su número actual de estudiantes y profesores, y las características de las demás carreras de odontología del país. Entre las carreras eficientes globalmente, se encuentran tres públicas (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Cuenca, Universidad Nacional de Chimborazo), cuatro particulares autofinanciadas (Universidad San Francisco de Quito, Universidad Internacional del Ecuador, Universidad de las Américas, Universidad Particular San Gregorio) y dos particulares cofinanciadas (Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, Universidad Tecnológica Equinoccial); en el caso de eficiencia en docencia, tres carreras públicas son eficientes (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Cuenca, Universidad Nacional de Chimborazo), tres particulares autofinanciadas (Universidad San Francisco de Quito, Universidad Internacional del Ecuador y Universidad de las Américas) y una particular cofinanciada (Universidad Católica de Cuenca sede Azogues); finalmente en la eficiencia en habilitación profesional, dos carreras públicas son eficientes (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad de Cuenca), dos particulares autofinanciadas

(Universidad San Francisco de Quito, Universidad Internacional del Ecuador) y una particular cofinanciada (Universidad Tecnológica Equinoccial).

La descomposición del modelo de eficiencia global, en modelos de eficiencia en docencia y habilitación tiene un gran poder de discriminación; así, las siete (7) carreras que son eficientes en docencia también lo son de manera global, y las cinco carreras eficientes en habilitación profesional, también son eficientes globalmente.

Al analizar la descomposición de la eficiencia técnica del modelo global con orientación hacia los resultados (Tabla 9), se puede evidenciar que existe un nivel alto de eficiencia técnica pura, sin embargo, existen casos como la Universidad Central del Ecuador, la Universidad Nacional de Chimborazo, la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, y, con resultados sumamente bajos, la Universidad de las Américas y la Universidad de Guayaquil que presentan niveles de eficiencia de escala bajos. En este caso, las cuatro carreras que tienen rendimientos constantes a escala también son las más eficientes; además, tres presentan rendimientos crecientes a escala y ocho rendimientos decrecientes a escala.

**Tabla 9.** Descomposición de la eficiencia e identificación del tipo de retornos a escala del modelo de eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de odontología

Universidad	Eficiencia técnica	Eficiencia técnica pura	Eficiencia de escala	Retornos a escala
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Cuenca	0,83	1,00	0,83	DRS
Universidad Nacional de Chimborazo	0,56	1,00	0,56	DRS
Universidad Tecnológica Equinoccial	0,78	1,00	0,78	DRS
Universidad Central del Ecuador	0,49	0,90	0,54	IRS
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0,47	0,92	0,51	DRS
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	0,99	1,00	0,99	DRS
Universidad Nacional de Loja	0,82	0,96	0,86	DRS
Universidad de Guayaquil	0,17	0,95	0,18	DRS
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0,64	0,86	0,74	IRS
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad de Las Américas	0,34	1,00	0,34	DRS
Universidad San Francisco de Quito	1,00	1,00	1,00	CRS
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0,84	0,94	0,89	IRS
Universidad Internacional del Ecuador	1,00	1,00	1,00	CRS

Cuando se analizan las posibles mejoras en los resultados e insumos en función del modelo analizado (Anexo: Tabla 11), 6 carreras son eficientes fuertemente, estas pertenecen a: la Universidad de Cuenca, Universidad Nacional de Chimborazo, Universidad Tecnológica Equinoccial, Universidad de las Américas, Universidad San Francisco de Quito y Universidad Internacional del Ecuador. Las carreras de las universidades: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues, y, Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo presentan eficiencia débil, es decir, existen insumos que están siendo sobre-utilizados, o a su vez, resultados que podrían haber sido mayores considerando la sobreutilización de estos insumos. La Universidad Católica de Cuenca (matriz), hipotéticamente, pudo haber obtenido el mismo nivel de eficiencia en sus resultados, con 349 estudiantes en lugar de 1.232; en el caso de los resultados alcanzados, en principio pudo haber obtenido un índice de artículos de 7,20; misma cantidad de libros publicados; tasa de titulación del 28,69 %; tasa de retención de 68,50 %; y un porcentaje de estudiantes que aprueban el examen de habilitación profesional igual al 86,44 % (con la misma calificación promedio).

En términos generales, el escenario de eficiencia global con orientación hacia los resultados involucraría una reducción hipotética del 11 % de los docentes y 58 % de los estudiantes en el caso de los insumos; por otro lado, en el caso de los resultados involucra un incremento del 101 % de la publicación de artículos, 55 % de la producción de libros, 29 % en la tasa de titulación, 4 % en la tasa de retención, 7 % en el porcentaje de aprobados y 1 % en el promedio de calificaciones de la evaluación de fin de carrera.

#### **IV. Conclusiones y discusión**

En la presente investigación se han estimado los tipos de eficiencia de las carreras de medicina y odontología del sistema de educación superior ecuatoriano, y se han podido identificar las carreras menos eficientes en términos de los resultados publicados de procesos de investigación, el desempeño de la habilitación profesional y tasas relacionadas con el proceso educativo. Se ha mostrado que, en general, la mayoría de las carreras eficientes provienen de universidades con financiamiento público (públicas y cofinanciadas); no obstante, en el caso de medicina, la eficiencia fuerte se concentra en universidades autofinanciadas, mientras que en odontología hay una distribución equitativa entre carreras de universidades con financiamiento público y privado.

Además, se han estimado las posibles mejoras que podrían presentar las carreras que se encuentran debajo de la frontera de eficiencia construida con los datos utilizados en este estudio, demostrando que existen holguras e ineficiencias significativas particularmente en las variables de investigación. Analizar las causalidades que implican bajos niveles de producción científica es algo que se escapa a los objetivos de este estudio; sin embargo, lo que queda claro es el reto importante

que tienen las carreras de medicina y odontología en incrementar los resultados de investigación, lo que es probable que requiera el mejoramiento de los procesos estructurales de investigación.

De los resultados de las estimaciones DEA, considerando la maximización de resultados, se podría proponer que es factible incrementar los niveles de resultados, incluso con reducciones drásticas o considerables de insumos, particularmente de estudiantes. Si bien es un caso hipotético, la utilidad que puede tener el análisis DEA con orientación a los insumos, no empleado en este documento, es plantear que se podrían mantener o incluso incrementar los resultados con una disminución del nivel de los insumos, lo que puede conducir a las carreras a reflexionar en la escala de sus operaciones o a su vez, en el marco de la política pública de asignación de recursos económicos. Para la política pública puede resultar relevante considerar la eficiencia relativa como una variable determinante en factores que incentiven un mayor nivel de asignación.

Una aportación importante del análisis DEA también tiene que ver con la identificación de cuántas carreras se encuentra en su tamaño más productivo u óptimo y cuántas podrían crecer o decrecer su tamaño.

En el caso de los modelos de eficiencia global, se observa que tienen un poder discriminatorio significativo; es decir, que los resultados de los modelos específicos de eficiencia en procesos educativos y habilitación profesional son congruentes con los resultados de la eficiencia global. En el periodo considerado en medicina cerca del 50 % de las carreras ya no deberían crecer considerando la frontera de eficiencia construida a partir de los datos disponibles, mientras que, en el caso de odontología, esto representa al 80 % de las carreras. En medicina, existe un igual número de carreras de universidades con financiamiento público y privado que están en su tamaño más productivo. En odontología, el 75 % de carreras en su tamaño más productivo pertenecen a universidades con financiamiento privado.

Resulta interesante analizar la posibilidad de incorporar, entre los aspectos que contribuyan a la calidad educativa o a su evaluación, a las capacidades de gestión de las instituciones, ya que, si bien una alta eficiencia puede darse en el marco de una baja calidad educativa o viceversa, gestionar los recursos e insumos asociados con la calidad es importante para garantizar el mejoramiento continuo. Esta es una posible reflexión que puede ampliar los horizontes de calidad y servir de base para la evaluación de la política pública en educación superior, particularmente en universidades públicas. Empero, vale recalcar, la eficiencia, en estricto sentido, no es equivalente a calidad educativa. Es decir, existen universidades o carreras que por las características de sus insumos y el contexto en el que se realiza el análisis de eficiencia, poseen niveles de gestión adecuados, que las sitúa en niveles de eficiencia óptimos, sin embargo, esto no quiere decir que tienen proximidad inmediata a estándares de calidad establecidos.



Sería deseable profundizar el análisis y desarrollo de los resultados obtenidos; ya que una conclusión plausible plantea que en el contexto actual una carrera podría alcanzar niveles de calidad a pesar de ser ineficiente y, a su vez, existir el caso opuesto. Por lo tanto, el nivel de gestión contextualizado podría ser un factor para diseñar la política pública a la hora de interpretar los resultados de una evaluación.

En investigaciones futuras es importante tomar en cuenta la necesidad de datos e información de aspectos académicos, tales como la infraestructura especializada en ambientes de aprendizaje y la existencia de sistemas académicos, que en las áreas de la salud resultan determinantes para asegurar los procesos educativos de calidad. Estos insumos permitirán dimensionar de mejor manera la eficiencia, acortar las brechas entre la eficiencia teórica y la observada en base a la información disponible.

Contar con un panel de datos de los aspectos considerados por la evaluación de la calidad permitiría analizar la sostenibilidad de la eficiencia en las universidades, su evolución y dinamismo en el tiempo. De igual manera, el enriquecer este análisis con resultados de evaluaciones posteriores posibilitará el plantear opciones para superar la caracterización de la eficiencia y la correlación de los resultados con determinadas variables; así como, constituir relaciones causales que determinan la eficiencia.

Además, no se debe dejar de lado la comparabilidad regional e internacional; puesto que, considerando que el DEA es una metodología relativa, podría ocurrir que las instituciones educativas analizadas en un determinado contexto demuestren altos niveles de eficiencia a pesar de que estén en niveles comparativamente más bajos que otras instituciones en otros contextos de la misma región. Esto resulta importante para tener en cuenta la mejora continua y las brechas existentes entre sistemas educativos y, de ahí, la necesidad de expandir la frontera de eficiencia con resultados de carreras similares en países como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, entre otros.

Otro aspecto que se debe considerar es la inclusión en el análisis de factores no discrecionales para las carreras, es decir, aquellos sobre los cuales no pueden influir, tales como las condiciones socioeconómicas y el capital cultural de los estudiantes, el contexto económico de la carrera, entre otros. Una metodología factible para resolver este problema es la propuesta por *Simar y Wilson (2007)* que, a través de una estimación en dos etapas con una regresión trucada, caracteriza a la eficiencia a través de los factores no discrecionales considerados. En esta investigación no se ha incluido este análisis debido a la restricción metodológica que implica tener un número reducido de carreras no eficientes en cada caso (en medicina 9 carreras y en odontología 7).

Finalmente, es importante recalcar que la frontera de eficiencia no es estática debido a que responde a la dinámica de la educación superior. En este sentido, sería enriquecedor para el análisis generar simulaciones de escenarios diversos que permitan establecer los caminos que las universidades puedan seguir con la finalidad de alcanzar una eficiencia sostenible.

## Referencias

- Alcántara, A. (2006). Tendencias mundiales en la educación superior: el papel de los organismos multilaterales. *Revista Inter Ação*, 31(1), 11-33.
- Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35(1), 57-80.
- Barros, C. P., & Dieke, P. U. (2008). Measuring the economic efficiency of airports: A Simar–Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(6) 1039-1051.
- Bashir, S. (2007). Trends in International Trade in Higher Education: Implications and Options for Developing Countries. Washington: Education Working Paper Series, Number 6. World Bank Publications.
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2010). Benchmarking with Dea, Sfa, and R (Vol. 157). Springer Science & Business Media.
- Ceaaces. (2015). Informe de los resultados del examen nacional de evaluación de carrera y examen de habilitación para el ejercicio profesional en la carrera de Odontología. Quito: CEAACES.
- Ceaaces. (2015). Informe de los resultados del Examen Nacional de Evaluación de Carrera y Examen de Habilitación para el Ejercicio Profesional en la Carrera de Odontología. Quito: CEAACES.
- Ceaaces. (06 de Agosto de 2015). Informe Definitivo de Evaluación del Entorno de Aprendizaje de la Carrera de Medicina. Quito: CEAACES. Obtenido de CEAACES: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2014/08/Informe-definitivo-de-evaluaci%C3%B3n-del-entorno-de-aprendizaje-de-la-carrera-de-medicina.pdf>
- Ceaaces. (2016). Estudio general sobre el estado de la carrera de Odontología en el país. Quito: CEAACES.
- Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior - CEAACES. (07 de Agosto de 2017). Procesos de evaluación: Examen Habilitación. Obtenido de Sitio web del CEAACES: [www.ceaaces.gob.ec/sitio/habilitacion-profesional/](http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/habilitacion-profesional/)
- Cooper, W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopmnet Analysis: History, Models and Interpretations. En W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu, Handbook on data envelopment analysis (Vol. 164). (págs. 1-39). US: Springer Science & Business Media.
- González-Araya, M., & Vásquez, G. V. (2010). Análisis de eficiencia y productividad de las universidades chilenas mediante análisis y encapsulamiento de datos. *Aporte santiaguino*, 3(2), 245-256.

- Johnes, J. (2008). Efficiency and Productivity Change in the English Higher Education Sector from 1996/7 to 2004/5. *The Manchester School*, 653-674.
- Johnes, J., & Johnes, G. (2013). Efficiency in the higher education sector: a technical exploration. . Obtenido de Department of Economics, Lancaster University.
- Marinho, A., Resende, M., & Façanha, L. (1997). Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis.
- Martín, F. D. (2007). Análisis de eficiencia de los Departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla. Librería-Editorial Dykinson.
- Melo, L. A., Ramos, J. E., & Hernández, P. O. (2014). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Borradores de economía*, 808(1), 2-9.
- Mendoza, A., Cadavid, D. A., & Herrera, T. J. (2013). Propuesta para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de las universidades utilizando análisis envolvente de datos (DEA). WEEF 2013 Cartagena.
- OECD. (2016). *Education at a Glance 2016: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Olssen, M., & Peters, M. (2005). Neoliberalism, higher education and the knowledge economy: from the free market to knowledge capitalism. *Journal of Education Policy*, 20:3, 313-345.
- Paulsen, M. B. (2008). *Higher education: Handbook of theory and research*. Springer Science + Business Media B.V.
- Ramírez, P. E., & Alfaro, J. L. (2013). Evaluación de la Eficiencia de las Universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas: Resultados de un Análisis Envolvente de Datos. *Formación universitaria*, 6(3), 31-38.
- Ramírez, R. (2016). *Universidad urgente para una sociedad emancipada*. Quito: SENESCYT-IESALC.
- Ramírez, R., & Minteguiada, A. (2010). Transformaciones en la Educación Superior Ecuatoriana: Antecedentes y perspectivas futuras como consecuencias de la nueva constitución política. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 15(1), 129.
- Ruiz, C. F., Bonilla, R., Chavarro, D., Orozco, L. A., Zarama, R., & Polanco, X. (2010). Efficiency measurement of research groups using data envelopment analysis and bayesian networks. *Scientometrics*, 83(3), 711-721.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, 136(1), 31-64.
- Taylor, B., & Harris, G. (2004). Relative efficiency among South African universities: A data envelopment analysis. *Higher Education*, 47(1), 73-89.

- Thanassoulis, E., De Witte, K., Johnes, J., Johnes, G., Karagiannis, G., & Portela, C. (2016). Applications of Data Envelopments Analysis in Education. En J. Zhu, Data Envelopment Analysis: A Handbook of Empirical Studies and Applications (págs. 367- 438).
- Thanassoulis, E., Kortelainen, M., Johnes, G., & Johnes, J. (2011). Costs and efficiency of higher education institutions in England: a DEA analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1282-1297.
- Zoghbi, A. C., Rocha, F., & Mattos, E. (2013). Education production efficiency: Evidence from Brazilian universities. *Economic Modelling*, 31, 94-103.

**Anexos:**

Tabla 690: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina. Parte 1

Universidad	Eficiencia global	Profesores	Profesores eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	73,00	69,40	1838,00	538,23	0,00	205,85	0,00	0,82
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	37,25	37,25	1624,00	228,38	0,00	56,66	1,00	1,39
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	132,00	69,71	1156,00	348,35	16,29	241,45	2,00	2,00
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	71,25	68,94	1470,00	407,17	214,07	254,58	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	31,00	31,00	1590,00	479,68	0,00	15,72	0,00	1,17
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	155,75	81,08	500,00	385,09	17,02	210,80	1,50	1,50
Universidad De Guayaquil	0,49	124,00	68,49	5671,00	101,86	59,13	252,25	5,00	5,00
Universidad San Francisco De Quito	1,00	68,75	68,75	372,00	372,00	283,54	283,54	1,00	1,00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	77,25	68,71	654,00	357,62	181,78	269,35	5,00	5,00
Universidad De Cuenca	1,00	77,25	68,71	1599,00	309,45	149,44	264,84	7,00	7,00
Universidad Nacional De Loja	0,45	58,50	58,50	912,00	387,69	0,00	161,71	0,00	0,98
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	32,00	32,00	258,00	258,00	61,12	61,12	1,50	1,50
Universidad Del Azuay	1,00	29,75	29,75	278,00	278,00	14,00	14,00	1,50	1,50
Universidad Técnica De Machala	0,79	32,25	32,25	534,00	314,36	12,63	24,26	0,00	1,20
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	56,00	56,00	837,00	405,18	0,00	139,39	0,00	0,94
Universidad Central Del Ecuador	0,85	156,50	68,33	3980,00	188,06	212,32	273,61	12,00	12,00
Universidad Técnica De Ambato	0,48	61,50	61,50	868,00	328,35	6,93	201,85	0,00	1,07
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	73,75	69,51	1220,00	467,48	0,00	206,03	1,00	1,00
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	43,25	43,25	1029,00	273,91	6,72	93,28	2,00	2,00
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	23,00	23,00	324,00	209,36	0,00	9,31	1,00	1,16

Tabla 10: Mejoras posibles en los insumos y resultados del Modelo de Eficiencia global con orientación a los resultados de las carreras de medicina. Parte 2

Universidad	Eficiencia global	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente	Aprobación	Aprobación eficiente	Calificación	Calificación eficiente
Universidad Técnica De Manabí	0,35	48,04	51,35	81,57	81,57	60,40	83,86	61,16	61,16
Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí	0,80	39,02	79,63	100,00	100,00	73,04	99,44	62,43	70,56
Pontificia Universidad Católica Del Ecuador	0,28	51,63	59,66	87,39	89,82	98,02	98,02	70,28	70,28
Universidad Católica De Santiago De Guayaquil	0,86	56,70	56,70	77,92	84,34	81,56	91,88	65,21	65,77
Universidad Católica De Cuenca Matriz	0,74	21,29	67,27	36,31	79,91	52,84	80,13	59,92	59,92
Universidad Técnica Particular De Loja	0,49	16,19	51,99	66,67	78,14	82,00	85,35	64,66	64,66
Universidad De Guayaquil	0,49	32,97	60,87	99,23	99,23	74,05	99,46	63,86	71,39
Universidad San Francisco De Quito	1,00	60,87	60,87	91,67	91,67	100,00	100,00	71,41	71,41
Universidad Tecnológica Equinoccial	1,00	41,51	60,87	79,38	91,50	100,00	100,00	69,96	71,40
Universidad De Cuenca	1,00	53,90	60,87	93,22	93,22	94,97	99,89	67,80	71,40
Universidad Nacional De Loja	0,45	8,69	59,17	88,34	88,34	66,81	87,89	61,49	62,84
Universidad Internacional Del Ecuador	1,00	55,81	55,81	91,30	91,30	100,00	100,00	75,93	75,93
Universidad Del Azuay	1,00	84,09	84,09	100,00	100,00	100,00	100,00	70,39	70,39
Universidad Técnica De Machala	0,79	19,28	69,06	80,23	83,12	65,75	83,23	61,00	61,00
Universidad Nacional Del Chimborazo	0,45	27,42	56,74	80,23	80,23	54,60	82,29	60,03	60,03
Universidad Central Del Ecuador	0,85	32,21	60,87	95,34	95,34	91,43	99,82	66,32	71,39
Universidad Técnica De Ambato	0,48	19,02	65,19	100,00	100,00	85,81	99,70	63,86	71,20
Escuela Superior Politécnica Del Chimborazo	0,35	25,49	51,40	81,75	81,75	63,83	84,01	61,15	61,15
Universidad Regional Autónoma De Los Andes	0,79	50,62	76,05	100,00	100,00	67,21	99,32	60,85	70,71
Universidad Católica De Cuenca Sede Azogues	1,00	17,74	65,01	36,62	76,77	58,82	76,92	60,75	60,75

Tabla 11: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global) – Parte 1

Universidad	Eficiencia global	Número ponderado de docentes	Número ponderado de docentes eficiente	Estudiantes	Estudiantes eficiente	Artículos	Artículos eficiente	Libros	Libros eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	14	14	401	117	0.00	0.85	0.00	0.00
Universidad de Cuenca	1.00	29	29	503	503	2.00	2.00	1.00	1.00
Universidad Nacional de Chimborazo	1.00	32	32	414	414	0.00	0.00	0.00	0.00
Universidad Tecnológica Equinoccial	1.00	47	47	179	179	7.00	7.00	0.00	0.00
Universidad Central del Ecuador	0.90	50	47	1552	288	5.00	9.38	2.00	3.24
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.92	42	42	705	279	0.00	8.76	0.00	4.09
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1.00	21	21	164	164	0.00	0.56	0.00	0.00
Universidad Nacional de Loja	0.96	19	19	226	220	0.00	1.18	0.00	0.22
Universidad de Guayaquil	0.95	121	54	2386	327	0.00	12.08	0.00	6.84
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.86	44	44	1232	349	7.00	7.20	2.00	2.00
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	46	46	767	82	3.00	16.36	9.50	9.50
Universidad de Las Américas	1.00	70	70	782	782	0.00	0.00	0.00	0.00
Universidad San Francisco de Quito	1.00	47	47	123	123	15.00	15.00	8.50	8.50
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.94	19	19	407	223	1.00	1.14	0.00	0.19
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	16	16	138	138	1.00	1.00	0.00	0.00

Tabla 11: Análisis de mejoras en insumos y resultados en escenarios de eficiencia (modelo de eficiencia global de las carreras de odontología) – Parte 2

Universidad	Eficiencia global	Tasa de titulación	Tasa de titulación eficiente	Tasa de retención	Tasa de retención eficiente	Porcentaje de aprobados	Porcentaje de aprobados eficiente	Calificación promedio	Calificación promedio eficiente
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	1.00	46.55	75.86	63.29	63.29	71.26	84.62	62.11	62.11
Universidad de Cuenca	1.00	65.12	65.12	90.48	90.48	100.00	100.00	70.98	70.98
Universidad Nacional de Chimborazo	1.00	98.11	98.11	61.11	61.11	63.89	63.89	60.58	60.58
Universidad Tecnológica Equinoccial	1.00	13.79	13.79	71.43	71.43	100.00	100.00	74.71	74.71
Universidad Central del Ecuador	0.90	8.03	30.52	58.97	72.25	90.48	90.48	65.80	65.80
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	0.92	43.37	47.56	81.90	81.90	88.24	92.49	66.00	66.00
Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues	1.00	33.33	77.79	76.74	76.74	92.00	100.00	65.08	69.29
Universidad Nacional de Loja	0.96	21.98	80.90	62.96	66.81	89.19	96.14	65.65	65.65
Universidad de Guayaquil	0.95	54.92	54.92	87.82	87.82	55.20	94.00	60.27	66.14
Universidad Católica de Cuenca Matriz	0.86	16.36	28.69	53.58	68.50	79.48	86.44	63.08	63.08
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo	1.00	51.95	51.95	64.10	76.82	79.51	79.51	63.63	63.63
Universidad de Las Américas	1.00	38.71	38.71	96.30	96.30	91.38	91.38	66.28	66.28
Universidad San Francisco de Quito	1.00	61.11	61.11	91.43	91.43	100.00	100.00	70.00	70.00
Universidad Regional Autónoma de Los Andes	0.94	50.00	79.88	62.50	65.05	81.58	94.37	64.37	64.37
Universidad Internacional del Ecuador	1.00	89.66	89.66	63.41	63.41	100.00	100.00	67.50	67.50