

CAPITAL ACADÉMICO DE INICIO Y VALOR ACADÉMICO AGREGADO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR COLOMBIANA: DOS VARIABLES EXPLICATIVAS DE LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL

Línea Temática: Políticas nacionales y gestión institucional para la reducción del abandono – Investigación

*Sandra Patricia Barragán Moreno, U. De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sandra.Barragan@Utadeo.Edu.Co
Leandro González Támara, U. De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Leandro.Gonzalez@Utadeo.Edu.Co*

Resumen

Las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan grandes retos en cuanto a permanencia y graduación oportuna. Un desafío respecto a variables explicativas del abandono escolar de tipo académico se encuentra en la estimación de la contribución institucional al progreso académico de los estudiantes, considerando el estado inicial al primer ingreso y el estado final en la graduación. Así, el objetivo de este trabajo fue estimar el capital académico de inicio y el Valor Académico Agregado (VAA) en la educación superior colombiana mediante los resultados de las pruebas gubernamentales estandarizadas aplicadas al final de la educación media y de la educación superior desde 2014 hasta 2022 como variables asociadas al determinante académico de la deserción estudiantil. Por medio de una metodología cuantitativa se analizaron de manera descriptiva 19 bases de datos y se calculó el VAA. Se encontró que, en Colombia los estudiantes al finalizar la educación media obtienen en promedio global y por áreas, cerca de la mitad de los puntos previstos en el rango de calificación proyectando un bajo capital de inicio a la universidad. Además, se identificó que, de las 239 IES, el 51,09% tuvieron valor académico agregado positivo, es decir, tienen más alto el promedio global en la línea final que en la línea de base.

Descriptor o palabras clave: Educación Superior, Evaluación de la Educación, Deserción Escolar, Modelo Matemático, Causa y Efecto.

Contextualización: La deserción estudiantil representa un gran reto para la educación superior porque limita los beneficios individuales y sociales que la permanencia y la graduación oportuna proporcionan. Algunos de estos beneficios se reflejan en el crecimiento económico, la eficiente participación ciudadana, el trabajo en voluntariado y la mejor vinculación con la sociedad. Tradicionalmente, con base en el Modelo de Interacción de Tinto (1993), las variables explicativas de la deserción se han agrupado en cuatro determinantes: académico, institucional, individual y socioeconómico.

Dentro del determinante académico, el capital académico de inicio es estimado mediante los resultados de las pruebas gubernamentales estandarizadas aplicadas al final de la educación media y los promedios ponderados de las asignaturas cursadas en la educación básica primaria, secundaria y media. Mientras que, en la intersección de los determinantes institucional y académico, se encuentra la estimación de la contribución institucional al progreso académico de los estudiantes, considerando el estado inicial en el primer ingreso y el estado final en la graduación excluyendo variables que no se relacionan con la IES como el estrato socioeconómico de la vivienda que



habitan los estudiantes (Iregui et al., 2007). La mencionada estimación es un desafío complementario que se relaciona estrechamente con la función de producción en educación que “consiste en la relación entre la cantidad de entradas, y, la cantidad y la calidad de salidas que arroja el proceso productivo” (Rajimon, 2010, p. 5).

Las variables de entrada para esta función se observan en cuanto a las características del estudiante, su entorno familiar, socioeconómico, académico e institucional, mientras que las variables de salida son reconocidas en el egresado y las habilidades adquiridas en el proceso de formación. La identificación de estas habilidades en muchas ocasiones se hace mediante pruebas estandarizadas y los resultados de ellas definen la calidad del sistema educativo (Hanushek, 2020, 1979; Rajimon, 2010). En Colombia, estas pruebas estandarizadas se denominan pruebas Saber; dichas pruebas usan un método robusto de calibración y se aplican a todos los estudiantes del país, con los mismos lineamientos, con el mismo tiempo reglamentario y el mismo número de preguntas (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2021). El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) aplica las pruebas las pruebas Saber 3°, 5° y 9° a los estudiantes de la educación básica; a su vez, aplica las pruebas Saber 11 a los estudiantes que culminan el Bachillerato (Rangel, 2019) y las pruebas TYT al culminar programas técnicos y tecnológicos y las pruebas Saber Pro a quienes finalizan su carrera profesional.

Si bien es cierto, todas estas evaluaciones son importantes, en este trabajo, la atención se concentra en las pruebas Saber 11, ya que sus resultados se convierten en el mayor indicador de calidad (Melo-Becerra et al., 2021), son un requisito exigible para el acceso a la educación superior y son decisivos para otorgar reconocimientos, méritos y galardones a los mejores puestos en el ranking nacional tanto para estudiantes como para colegios (Ministerio de Educación Nacional, 2020, Barragán et al, 2016). No obstante, es importante considerar la advertencia de Hanushek (1979) y de Hernández et al. (2018) sobre la amplitud de la incertidumbre de los resultados de las pruebas estandarizadas como medidas de resultados.

Para limar esta advertencia, es necesario elaborar estudios que contemplen muchos aspectos alrededor de la función de producción educativa y de la eficiencia educativa mediante modelos matemáticos y estadísticos (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2014). Entendiendo que, la eficiencia económica refiere a la correcta escogencia de la combinación de insumos dados los precios de estos y dada la función de producción, y que, la eficiencia técnica refiere a maximizar el producto de un conjunto de insumos dados (Hanushek, 1979). En lo que tiene que ver con la eficiencia técnica educativa, los modelos de VAA pueden proveer información que tribute a esta, al alcance de los resultados de aprendizaje y la consecución de los propósitos plasmados en la visión institucional de cada IES.

El valor agregado en una función de producción educativa es la formación del capital humano como valor económico que genera la educación a largo plazo y que beneficia no sólo a los destinatarios de la acción formativa, sino que genera efectos indirectos que constituyen un beneficio para todo el sistema social en su conjunto (Rajimon, 2010).

El VAA en la educación superior ha sido comprendido como

La variación global del resultado alcanzado en pruebas externas aplicadas a los estudiantes de un programa académico o un conjunto de programas, al iniciar sus estudios superiores (como línea de base) y al terminarlos (como condición o estado de salida), convirtiéndose en un indicador de avance relativo, que se aprecia frente al respectivo avance de los demás estudiantes o programas que se están analizando (Bogoya, 2011).

Los sistemas de evaluación del valor agregado de la educación (EVAAS, por su sigla en inglés) han sido implementados para evaluar la práctica docente basada en el progreso académico de acuerdo con pruebas anuales a los estudiantes (Amrein-Beardsley, 2019), también han sido usados



en el sentido contrario, demostrando la necesidad de contar con más información que contemple otras dimensiones de la práctica docente (Condie et al., 2014). Adicionalmente, el VAA ha sido empleado como mecanismo para examinar los resultados de un proyecto de investigación en aula en educación superior sobre tecnologías digitales (Charlesworth & Sarrasine, 2016).

En Colombia, el VAA ha propiciado la identificación de la efectividad educacional de una IES mediante modelos estadísticos, en cuanto a su contribución al nivel de logro académico de los estudiantes previa eliminación de variables que no tiene relación con la actividad académica de la IES (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2014; Bogoya & Bogoya, 2013); también en Colombia se ha usado (en conjunto con los salarios y las condiciones socioeconómicas para jóvenes graduados) para analizar la calidad de programas académicos que aparecieron entre 2001 y 2011, en una expansión veloz de la demanda y en consecuencia de la oferta académica (Bogoya, 2023; Camacho et al., 2016).

En el mismo sentido, el VAA es entendido como la variación en el desarrollo cognitivo de estudiantes al finalizar la formación académica en una institución en relación con la tendencia mostrada por todos los estudiantes circunscritos a un universo que actúa como referente (Bogoya et al., 2017; Bogoya, 2011). Más aún, es la contribución de un factor al aprendizaje, separada de otros incluidos el nivel de conocimiento previo de los estudiantes (Hanushek, 2020). En este contexto surgió el objetivo que se plasma enseguida.

Objetivo: Estimar el capital académico de inicio y el valor académico agregado en la educación superior colombiana mediante los resultados de las pruebas gubernamentales estandarizadas aplicadas al final de la educación media y de la educación superior desde 2014 hasta 2022 como variables asociadas al determinante académico de la deserción estudiantil.

Está fuera del alcance de este trabajo elaborar un modelo explicativo, predictivo o de simulación de la deserción estudiantil en la educación superior que incluya como variables al capital académico de inicio y al VAA. Como se indicó, el objetivo tiene su frontera en la estimación del VAA y en análisis de resultados de la prueba de finalización de la educación media, no su relación o articulación con otras variables en un modelo.

Para llevar a cabo este objetivo se diseñó la metodología de propósito aplicada, de profundidad descriptiva, de tipo cuantitativo y no experimental que se expone a continuación.

Método: Para alcanzar el objetivo propuesto se empleó una metodología compuesta por dos fases fundamentadas en técnicas cuantitativas mediante las que se analizaron de manera descriptiva 19 bases de datos de alcance nacional obtenidas de los datos abiertos presentes en DataIcfes del ICFES (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2023) que para cada aplicación aloja microdatos anonimizados disponibles y comparables de 2014 en adelante.

Fase 1: Preparación y análisis de las 19 bases de datos de la Tabla 1, esta fase de preparación tuvo como productos: 1) La base de datos con los 552.841 registros obtenidos en las dos sesiones de aplicación de la prueba Saber 11 de 2022; y 2) La base para la estimación del VAA a emplear en la fase 2.

Tabla 1. Registros en bases conectadas.

	Base	Número de registros
Saber 11	20142	544.536
	20151	25.948
	20152	542.351
	20161	13.064
	20162	548.205



	20171	12.995
	20172	546.261
	20181	12.528
	20182	549.936
	20191	21.084
	20192	546.213
	20201	15.436
	20202	504.873
	20211	15.529
	20212	532.980
	20221	20.049
	20222	532.792
	Llave 2020	999.158
Saber Pro	Pruebas genéricas 2020	246.436

Nota: Los números 1 y 2 después del año representan la primera y segunda sesión, respectivamente.

Considerando los 552,841 registros de los evaluados en la prueba Saber 11 en 2022 se realizó un análisis descriptivo que finalizó con la visualización de sus datos empleando Tableau Public como software analítico y que está a disposición de quien quiera consultarla. Los registros de los participantes correspondieron a un 54,11% de hombres y un 45,88% mujeres. Un 1,28% del total de los evaluados indicó tener nacionalidad diferente a la colombiana. Los evaluados manifestaron que el 25,33% estudiaba en colegio No Oficial y el 74,66% en colegio Oficial. El 83,08% de los colegios de quienes presentaron la prueba, se ubicaba en la zona urbana y el 16,92% en zona rural. El 6,66% del total se auto reconoció en una etnia.

Fase 2: Estimación del VAA.

Al cruzar las bases de la Tabla 1, se configuró la base para calcular el VAA, resultando un total de 100.693 registros. Para el VAA, se empleó una llave que contiene datos de estudiantes que presentaron Saber 11 entre 20101 y 20212 y Saber Pro de sus aplicaciones entre 2012 y 2020. La mencionada llave que se usó para cruzar la información depende de un algoritmo de pareo de la Registraduría Nacional del Estado Civil de Colombia que relaciona los documentos de identidad de los evaluados: Tarjeta de Identidad cuando se es menor de edad y la Cédula de Ciudadanía cuando se es mayor de edad (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2023). El cálculo del VAA se hizo bajo el siguiente método como en Bogoya (2011):

1. Una institución se representa como un punto en un plano XY^* , en donde la componente X es el promedio en las pruebas Saber 11 y la componente Y^* es el promedio Saber Pro para el año en estudio.
2. Con base en el diagrama de dispersión de los puntos definidos, se hace un ajuste por mínimos cuadrados para minimizar la suma de los cuadrados de las distancias $y - y^*$, obteniendo una función de ajuste $y = f(x)$.
3. El VAA se define como la diferencia $y - y^*$ para cada IES.

Resultados:

Resultados de Saber 11 en 2022:

En cuanto a la información académica obtenida mediante el análisis de los 552.841 registros de los evaluados en la prueba Saber 11 en 2022, se encontró como promedio global nacional 251,3 puntos en una escala entre 0 y 500 puntos posibles. El promedio para los evaluados que estudiaban en zona rural fue de 230,7 y para quienes lo hacían en zona urbana fue de 255,6. Al considerar la naturaleza jurídica del colegio de procedencia, el promedio del puntaje global fue mejor para el No Oficial (274,4) que para el Oficial (243,5). Ahora, respecto al carácter del colegio, los estudiantes que cursaron bachillerato académico (255,8) obtuvieron mejor promedio del puntaje global, luego



quienes lo hicieron en técnico/académico (249,1) y finalmente quienes lo hicieron en técnico (244,3).

Es de anotar que, Colombia tiene 1.103 municipios que constituyen el segundo nivel de división administrativa (el primero son los departamentos). El mapa coroplético de la Figura 1 corresponde a la georreferenciación de los promedios de los puntajes globales municipales, allí los tonos claros de azul indican promedios bajos y tonos oscuros resaltan promedios altos. Estos promedios se encuentran entre 169,3 y 306,9, el más bajo corresponde al municipio de Juradó en el departamento del Chocó y el más alto en Cota, municipio de Cundinamarca. Bogotá D.C. tuvo un promedio de puntaje global de 271,5.



Figura 1. Georreferenciación del puntaje global en Saber 11 año 2022 según municipio.

Nota: El mapa interactivo se puede consultar en <https://bit.ly/3DixYcd>.

Al analizar por cada una de las cinco áreas evaluadas, se observó que, en una escala de 0 a 100 puntos posibles, los 552,841 evaluados en 2022 obtuvieron en promedio 53,0 puntos en Lectura Crítica, 50,8 en Matemáticas, 49,3 en Ciencias Naturales, 47,9 en Sociales y Ciudadanas y 50,3 en Inglés. La Figura 2 presenta los resultados por áreas evaluadas según la naturaleza jurídica del colegio de procedencia, allí se identificaron mejores resultados en todas ellas para los colegios No Oficiales.

En ese mismo sentido, los resultados por área de acuerdo con la ubicación del colegio mostraron que, los colegios urbanos tuvieron mejores promedios en todas las áreas que los rurales. En la prueba de Inglés se destaca que, los colegios No Oficiales bilingües tuvieron mejores puntajes promedio (77,5), en oposición a los colegios Oficiales bilingües que tuvieron los puntajes promedio más bajos (44,9). Los evaluados se ubicaron en los niveles de desempeño en Inglés del Marco Común Europeo (MCE), así: 46,20% en A-, 26,14% en A1, 15,48% en A2, 3,08% en B+ y 8,73% en B1.



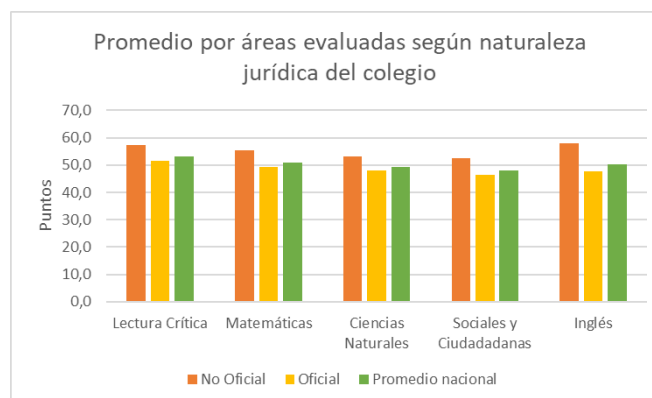


Figura 2. Promedio de puntaje por áreas evaluadas año 2022.

Los promedios de los resultados en el área de matemática según municipio oscilaron entre los 29,82 y los 65,17 puntos y los de lectura crítica entre los 35,50 y los 62,17 puntos. En los dos casos, Juradó obtuvo los puntajes más bajos y Cota los más altos. A manera de comentario, el municipio de Juradó ha sido azotado seriamente por la violencia en el conflicto armado interno y por la pobreza, por el contrario, Cota es un municipio a 14,3 km de Bogotá que alberga colegios No Oficiales campestres y bilingües prestando servicio educativo a niños y jóvenes que residen en Bogotá cuyas familias cuentan con recursos económicos que les permiten el acceso a estas instituciones educativas. Los mapas coropléticos de la Figura 3 son las georreferenciaciones por municipio de los resultados promedio en matemáticas y lectura crítica.



Figura 3a. Puntaje en Matemáticas Saber 11 2022
Nota: Consultar en <https://tabsoft.co/44sqjUr>



Figura 3b. Puntaje en Lectura Crítica Saber 11 año 2022
Nota: Consultar en <https://tabsoft.co/3rAOt0r>

Resultados en la estimación del VAA:

Es importante recordar que el VAA, como lo indica Bogoya (2011) cobra sentido cuando se observa la posición de una IES o de un programa académico frente a los restantes en el universo que componen la base. Para el mencionado cálculo se excluyeron las IES que en la aplicación de Saber Pro de 2020 contaron con 10 estudiantes o menos.



La Figura 4 presenta un punto por cada una de las 239 IES consideradas (o sedes). Se construyeron siete modelos por medio del ajuste por mínimos cuadrados (Larson & Edwards, 2010), no obstante, al comparar sus coeficientes de correlación de Pearson, se seleccionó el más parsimonioso, lo cual implicó que el ajuste por mínimos cuadrados se hizo mediante la recta

$$y = 0,508x + 7,3315 \text{ con } r = 0,9514$$

La calidad del ajuste por mínimos cuadrados es alta y no se presentan IES con un comportamiento atípico en la relación de los promedios de los puntajes globales de Saber 11 y de Saber Pro, esto sugiere que el cálculo de VAA para cada IES es muy confiable. Las IES cuya representación está por encima de la línea de tendencia tienen más alto el promedio en la línea final que en la línea de base, lo que implica un VAA positivo. En complementación, las IES cuya representación está por debajo de la línea de tendencia tienen más bajo el promedio en la línea final que en la línea de base, produciendo un VAA negativo. Como se anotó antes, los puntajes Saber 11 oscilan en un rango de 0 a 500, mientras que, los de Saber Pro de 0 a 300.

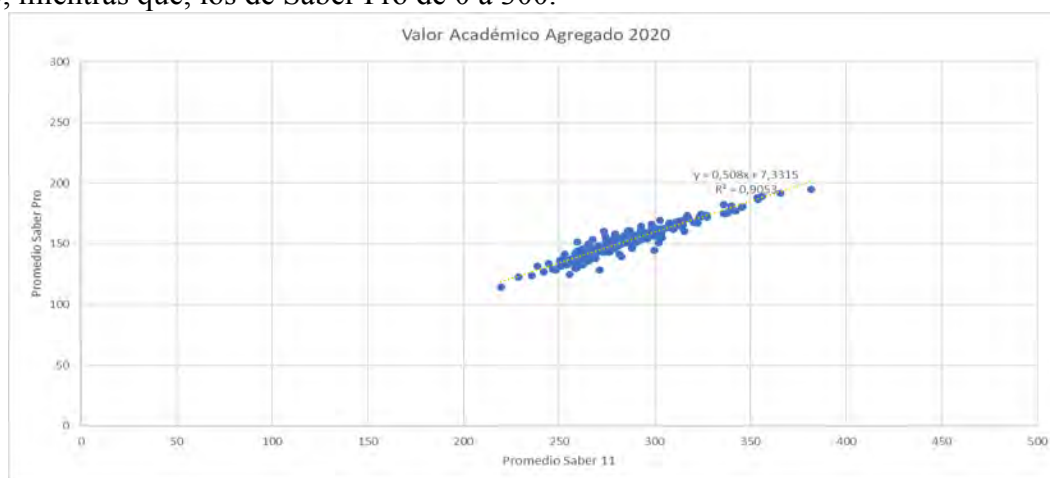


Figura 4. Saber 11 vs Saber Pro para Valor Académico Agregado 2020.

Conclusiones: Con la metodología de investigación se alcanzó el objetivo de estimar el capital académico de inicio y el valor académico agregado en la educación superior colombiana mediante los resultados de las pruebas gubernamentales estandarizadas aplicadas al final de la educación media y de la educación superior desde 2014 hasta 2022.

Se concluyó que, en la ventana de observación, los estudiantes al finalizar la educación media obtienen, en el promedio del puntaje global cerca de la mitad de los puntos previstos en la prueba gubernamental estandarizada. Particularmente, en 2022 los resultados promedio en las áreas evaluadas oscilaron cerca a los 50 puntos que es la mitad de lo que se podía obtener. El 87,8% de los evaluados ese año se ubicaron en los niveles más bajos de Inglés en el MCE. Los resultados proyectan un bajo capital de inicio a la universidad que debe ser subsanado y perfilado hacia los cursos y actividades universitarios añadiendo complejidad a los programas de retención estudiantil pues requieren recursos físicos, humanos y económicos para su atención, así como un seguimiento individualizado para mitigar la deserción estudiantil en los primeros periodos académicos por cuenta de variables asociadas al determinante académico.

Además, al estimar el VAA se encontró que, de las 239 instituciones de educación superior, el 51,09% tuvieron valor académico agregado positivo, es decir, tienen más alto el promedio global en la línea final (resultado promedio en la prueba estandarizada al finalizar la formación universitaria) que en la línea de base (resultado promedio en la prueba estandarizada al finalizar la educación media). En otras palabras, este 51,09% está conformado por las IES que entregan a la



sociedad a los estudiantes en mejor condición académica que cuando ingresaron, agregando valor tanto intelectual a su formación como ciudadanos. Este VAA actúa en beneficio del prestigio institucional que es un factor protector en el momento de decidir si desertar o no y que es un atractor para aspirantes a ingresar.

Las brechas en el desempeño estudiantil encontradas a nivel de municipio en las pruebas estandarizadas son el producto de la interacción de variables de tipo académico, socioeconómico, institucional e individual que pueden servir de insumo a los tomadores de decisiones en los diferentes niveles para dinamizar políticas nacionales y de gestión institucional para la prevención y reducción del abandono. Otro aspecto importante que pueden considerar quienes formulan políticas públicas es la influencia de las variables socioeconómicas en los resultados del VAA y su posible relación con que estudiantes más carenciados social, económica y culturalmente que ingresen a la educación superior, irán a instituciones menos selectivas.

Como limitación del trabajo y oportunidad de investigación se observó que, ahora que ya se visualizaron estas dos variables explicativas de la deserción estudiantil pueden incorporarse en un modelo explicativo, descriptivo o de simulación.

Referencias:

- Amrein-Beardsley, A. (2019). The Education Value-Added Assessment System (EVAAS) on Trial: A Precedent-Setting Lawsuit with Implications for Policy and Practice. *eJournal of Educational Policy*, 1-11. <http://nau.edu/COE/eJournal/>
- Barragán, S., Bogoya, D., & Rodríguez, R. B. (2016, noviembre 3). Hacia la retención estudiantil en la Universidad Jorge Tadeo Lozano. [Comunicación oral] Congresos CLABES. Ciudad de México, México. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/931>
- Bogoya, D. (2011). Evaluación de la calidad de la educación superior y valor académico agregado. En F. Jurado, *Anfibios académicos: pedagogías, docencia y evaluación en la educación superior* (pp. 41-64). Universidad Nacional de Colombia.
- Bogoya, D. (2023, 22 de abril). *Elementos de calidad de la educación superior en Colombia. Caso de estudio: instituciones universitarias*. https://drive.google.com/file/d/1KXng6oX3t6TJqs-WFcVM9ZtwApe4uNfy/view?usp=drive_web
- Bogoya, D. (2023, 22 de abril). *Elementos de calidad de la educación superior en Colombia. Caso de estudio: universidades*. https://drive.google.com/file/d/1rNYxBIJ6z2KeNQySq1Ed2yJ0FhcNEBL/view?usp=drive_web
- Bogoya, J. D., & Bogoya, J. M. (2013). An academic value-added mathematical model for higher education in Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 33(2), 76-81. doi:<https://doi.org/10.15446/ing.investig.v33n2.39521>
- Bogoya, J. D., Bogoya, J., & Peñuela, A. (2017). Value-added in higher education: ordinary least squares and quantile regression for a Colombian case. *Ingeniería e Investigación*, 37(3), 30-36. doi:10.15446/ing.investig.v37n3.61729
- Camacho, A., Messina, J., & Uribe, J. (2016). *The Expansion of Higher Education: Bad Students or Bad Programs?* Inter-American Developed Bank. <https://publications.iadb.org/en/expansion-higher-education-colombia-bad-students-or-bad-programs>
- Charlesworth, Z., & Sarrasine, N. (2016). Walking the Talk: Adding Value to the Higher Education Experience Through Innovative Technology-Enhanced Learning. *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 1016-1023). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/173071/>
- Condie, S., Lefgren, L., & Sims, D. (2014). Teacher heterogeneity, value-added and education policy. *Economics of Education Review*, 40, 76-92. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.econedurev.2013.11.009>
- Hanushek, E. (1979). Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Functions. *The Journal of Human Resources*, 14(3), 351-388. <https://www.jstor.org/stable/145575>



- Hanushek, E. (2020). Education production functions. En S. Bradley, & C. Green, *The Economics of Education. A Comprehensive Overview* (pp. 161-170). Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815391-8.00013-6>
- Hernández B., Velásquez, C., Muñoz, E., Caballero, F., & Barahona, J. (2018, noviembre 30). Escuela de preparación para la Educación Superior: Una oportunidad de proyección profesional equitativa. [Comunicación oral] Congresos CLABES. Ciudad de Panamá, Panamá. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1956>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2014). *Medición de los efectos de la educación superior en Colombia sobre el aprendizaje estudiantil*. <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/238004/Informe+tecnico+-+medicion+efectos+educacion+superior+en+Colombia+sobre+aprendizaje+estudiantil.pdf> Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2021). *ICFES, 50 años de historias*. <https://www.icfes.gov.co/50-icfes>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2023). Dataicfes. [Dataset]. Versión de 9 de septiembre de 2022. <https://www2.icfes.gov.co/data-icfes>
- Iregui, A., Melo, L., & Ramos, J. (2007). Análisis de eficiencia de la educación en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 21-41. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/economia/article/view/1113/1007>
- Larson, R., & Edwards, B. (2010). Cálculo 2. De varias variables. McGraw-Hill.
- Melo-Becerra, L., Ramos-Forero, J., Rodríguez, J., & Zárate-Solano, H. (2021, 2 de noviembre). *Efecto de la pandemia sobre el sistema educativo: El caso de Colombia*. Banco de la República: <https://www.banrep.gov.co/es/borrador-1179>
- Rajimon, J. (2010). La Economía y la Función de Producción en Educación. *Revista Científica Visión de Futuro*, 13(1), 1-20. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357935475006>
- Rangel, J. (2019). Evaluación del diseño de las pruebas estandarizadas en el sistema educativo colombiano. *Dialectica, Revista de investigación educativa*, 2(2). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/88/88837015/html/index.html>
- Tinto, V. (1993). *Leaving college. Rethinking the causes and cures of student attrition* (Segunda ed.). University Chicago Press.

