

Impact Evaluation of the Singapore Method on the Mathematics Performance of Female Students in Public Schools of Barranquilla

Wendy Loraine De León Zamora, MSc¹, William De Jesús Manjarrés De Ávila, MSc², and José Gregorio Solorzano Movilla, MSc³

^{1,2,3} Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), Colombia, wendy.deleon@esap.edu.co, william.manjarres@esap.edu.co, jose.solorzanom@esap.edu.co

Abstract– Gender stereotypes, acquired during childhood and reinforced in adolescence and adulthood, often associate mathematics with masculine abilities. This affects women's perceptions and self-confidence, as well as their motivation to pursue careers in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). At the governmental level, various projects, programs, and policies have been implemented to strengthen mathematics education and improve students' academic performance in this area. However, the question arises: are these initiatives helping to reduce the gender gap? This paper presents an impact evaluation of the "Teaching Mathematics with the Singapore Method" program, implemented as a pilot project in the city of Barranquilla since 2012 by the District Education Department. The aim is to identify the effect of this program on the mathematics scores of the 2022 Saber 11 standardized tests, with a specific focus on the results of female participants.

Keywords– Mathematics, Singapore method, STEAM, Gender stereotypes.

Evaluación del impacto del método Singapur sobre el rendimiento en matemáticas de las estudiantes en colegios oficiales de Barranquilla

Wendy Loraine De León Zamora, MSc¹, William De Jesús Manjarrés De Ávila, MSc², and José Gregorio Solorzano Movilla, MSc³

^{1,2,3} Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), Colombia, wendy.deleon@esap.edu.co, william.manjarres@esap.edu.co, jose.solorzanom@esap.edu.co

Resumen– Los estereotipos de género, adquiridos durante la niñez y reforzados en la adolescencia y la edad adulta, suelen asociar las matemáticas con habilidades masculinas. Esto impacta las percepciones y la confianza de las mujeres en sí mismas, así como su motivación para optar por carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés). A nivel gubernamental, se han implementado proyectos, programas y políticas orientados a fortalecer la enseñanza de las matemáticas y mejorar el rendimiento académico en esta área. Sin embargo, surge la pregunta: ¿están estas iniciativas contribuyendo a reducir la brecha de género? Este documento presenta la evaluación de impacto del programa "Enseñanza de las matemáticas con el Método Singapur", implementado como prueba piloto en la ciudad de Barranquilla desde 2012 por la Secretaría de Educación Distrital. El objetivo es identificar el efecto de este programa en los puntajes de matemáticas de las Pruebas Saber 11 en el año 2022, con un enfoque específico en los resultados de las mujeres participantes.

Palabras clave-- Matemáticas, Método Singapur, STEAM, Estereotipos de género.

I. INTRODUCCIÓN

Los estereotipos de género se inculcan inconscientemente a los niños incluso antes de su nacimiento. Un ejemplo común es la celebración del descubrimiento del sexo del bebé, donde se utilizan colores específicos: rosa si es niña y azul si es niño. Al nacer, se les viste de acuerdo con estos colores, reforzando así las normas de género desde una edad temprana. A las niñas se les suelen regalar muñecas, juguetes relacionados con las tareas del hogar como escobas, ollas y lavadoras, además de maquillaje, lo que refuerza el rol de cuidado y la imagen personal. En cambio, a los niños se les obsequian autos, balones, juguetes eléctricos y de construcción que estimulan habilidades de liderazgo, razonamiento y confianza para ocupar altos cargos o destacarse en deportes.

A medida que crecen, se les motiva a practicar deportes o actividades físicas; a las niñas se les inscribe en academias de ballet, mientras que a los niños en escuelas de fútbol. Cuando llegan a la adolescencia y participan en clases de matemáticas, sus resultados se ven influenciados por la creencia de que los hombres son mejores en matemáticas que las mujeres. Como

consecuencia de estos estereotipos, muchas mujeres crecen con la percepción de que su capacidad para aprender matemáticas es inferior a la de los hombres, lo que limita su participación en carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) [1].

Durante más de una década, en Colombia se han implementado diversas políticas y programas para fortalecer la enseñanza de las matemáticas, pero surge la pregunta: ¿están estos programas orientados a fomentar e incrementar la participación de las mujeres en las áreas STEM? La igualdad de género en STEM es esencial para lograr los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 [2]. Sin embargo, Colombia presenta un atraso significativo en el cumplimiento de varios de estos objetivos, en especial el ODS 5, que busca la igualdad de género, con un estancamiento en su avance desde 2015 [3]. Por tanto, este estudio pone el foco en el ODS 5, que busca la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres, y en el programa estratégico del Método Singapur.

II. ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS CON EL MÉTODO SINGAPUR

El Método Singapur es el resultado de la integración de los mejores métodos de enseñanza a nivel internacional. Se fundamenta en el Currículo en Espiral y el Enfoque CPA (Concreto, Pictórico y Abstracto) propuesto por el estadounidense Jerome Bruner, la Variación Sistemática del húngaro Zoltan Dienes y la Comprensión Relacional e Instrumental de las Matemáticas del británico Richard Skemp. Este modelo se representa en la Fig. 1, donde el currículo de matemáticas se ilustra en forma de pentágono, centrado en la resolución de problemas y sustentado en cinco componentes.



Fig. 1 Pentágono de los cinco principios para la enseñanza en Singapur de las matemáticas. Fuente: Sistema de Educación de Singapur, MOE (2017)

Según Fernández [4], Singapur desarrolló un currículo de matemática sobre la base de cinco componentes, que enfatizan la comprensión de conceptos, habilidades y procesos matemáticos; además, otorga especial importancia a las actitudes y la metacognición. Estos cinco componentes que están interrelacionados son:

Conceptos. Para la comprensión profunda y generar sentido a las ideas matemáticas, sus conexiones y aplicaciones, los estudiantes viven variedad de experiencias, actividades prácticas, además usan herramientas tecnológicas.

Habilidades. Sirven para el aprendizaje y la aplicación de las matemáticas, cuyas habilidades matemáticas son usadas y practicadas, comprendiendo los principios subyacentes y los procedimientos.

Procesos. Refieren las habilidades de proceso: adquisición y aplicación, razonamiento, comunicación y conexiones, habilidades de pensamiento, métodos de investigación, aplicación y modelamiento.

Metacognición. Refiere la toma de conciencia y la capacidad de controlar los procesos: selección y uso de estrategias (monitoreo del pensamiento y la autorregulación del aprendizaje). Para desarrollar estrategias meta cognitivas y aprender cómo y cuándo utilizarlas, los estudiantes resuelven problemas no rutinarios, debaten sobre las posibles soluciones, pensar en voz alta y reflexionar sobre lo que están haciendo, analizar los procedimientos y realizar cambios cuando sea necesario.

Actitudes. Refieren los aspectos afectivos del aprendizaje de matemáticas

El Método Singapur ha tenido gran aceptación a nivel mundial debido al excelente nivel educativo y especialmente al éxito en el área de matemáticas de este país oriental en el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA, Programme for International Student Assessment, en inglés). En Colombia fue implementado primero por la Secretaría de Educación de Barranquilla con el objetivo de mejorar las competencias matemáticas en la básica primaria a través del fortalecimiento de la enseñanza de las matemáticas en las instituciones educativas oficiales del Distrito de Barranquilla, más allá de fortalecer, lo que pretendía este programa era transformar las prácticas pedagógicas de los docentes de matemáticas porque esta metodología difiere con

la demasiada memorización y cálculo de la enseñanza tradicional; sugiere enseñar a los estudiantes para solucionar problemas por sí mismos; también para aprender a pensar. En totalidad, las clases de matemática del Método Singapur se dan inicio de la misma forma: el docente propone un problema y los estudiantes deliberan sobre cómo llegar a una solución. Este método implica llegar a una misma solución por diferentes caminos, teniendo un aprendizaje basado en problemas [5].

Inicia en el año 2012 como un programa piloto con estudiantes de primer grado de básica primaria, luego en 2013 se amplió para segundo grado, posteriormente en 2014 a tercer grado y a partir del año 2016 la cobertura era total de los colegios oficiales de Barranquilla desde transición hasta quinto de básica primaria. Sin embargo, el programa finaliza en 2017 cuando el Distrito en el desarrollo de "La Ruta de la Calidad A+" hizo entrega de textos, cuadernillos de trabajo, guías docentes y material didáctico basado en la metodología Singapur, cuya meta era que al finalizar ese mismo año más instituciones educativas distritales estuvieran por encima de B, A y A + en las Pruebas Saber. La clasificación de estas pruebas tiene la siguiente escala: A+, A, B, C y D; donde A+ es la clasificación más alta y D la más baja. El objetivo de las Pruebas Saber en Colombia es la calidad educativa. La medición de la calidad educativa es una herramienta fundamental para generar insumos que faciliten la toma de decisiones a diferentes actores de la comunidad educativa, entre ellos, docentes, directivos docentes y hacedores de política pública. De esta manera, se contribuye a mejorar el proceso formativo de los estudiantes a lo largo de su trayectoria educativa [6].

Por lo tanto, resulta necesario evaluar las políticas y programas que han sido implementados por los gobiernos para identificar cuáles han sido exitosos y que tanto están alineadas con los ODS, priorizando aquellos que promueven las áreas STEM y minimicen la brecha de desigualdad entre géneros.

III. ANTECEDENTES

En el contexto de la enseñanza de las matemáticas se destaca la estrategia empleada por la Ciudad-Estado de Singapur, método que ha permitido que los resultados obtenidos por sus estudiantes estar en los primeros lugares en las pruebas PISA, en el año 2022 obtuvo el primer lugar con 575 puntos.

El impacto de este método ha tenido gran divulgación en varios países del mundo que han buscado replicar el éxito de Singapur implementándolo en sus escuelas. Como producto de lo anterior varios investigadores han desarrollado trabajos para establecer con certeza la eficacia de este en contextos diversos.

En consecuencia, se presentan los resultados más relevantes de la búsqueda sistemática en torno al impacto del

método Singapur en el aprendizaje de las matemáticas y cómo es posible evidenciarlo también en pruebas censales como las Saber aplicadas en Colombia.

Los trabajos identificados es posible agruparlos en dos conjuntos, el primero donde se intenta medir el impacto del método Singapur desde una perspectiva cualitativa y su relación con las estrategias didácticas implementadas por los profesores en las clases y el segundo donde el fundamento es de tipo cuantitativo, donde el propósito es el de establecer correlaciones entre variables socioeconómicas y el desempeño en pruebas Saber en Colombia.

En relación con el grupo de las investigaciones de corte cualitativo son relevantes las desarrolladas por [7], [8], [9], se destacan por el tipo de análisis, el cual centra su accionar en la identificación de características didácticas del profesor y su fortalecimiento mediante cursos de capacitación en el método Singapur.

Varias de estas, se encuentran en el ámbito del desarrollo de capacidades metacognitivas en los estudiantes como un elemento transcendental para lograr un alto nivel de competencias en especial con la resolución de problemas.

En el segundo grupo, se tienen los trabajos [10], que describe una serie de indicadores para las pruebas Saber 11, en especial menciona que los puntajes logrados por los hombres son ligeramente mayores al de las mujeres.

Al respecto, [11] detalla con mayor precisión las diferencias de los puntajes en cuenta la género del participante, menciona que “Hay diferencias estadísticamente significativas por género en el índice sintético de Saber 11. Aproximadamente una de cada tres mujeres presenta puntajes bajos en comparación con uno de cada cuatro de los hombres”, esta correlación denota una brecha en los aprendizajes, cabe destacar que en el primer grupo de trabajos relacionados en esta revisión no se hizo el análisis desglosado por género.

La revisión sistemática pone de manifiesto la necesidad de revisar desde lo cuantitativo la brecha de género dada en los resultados de las pruebas censales como la Saber implementada en Colombia y si esta se pudo reducir en estudiantes que hicieron parte de la puesta en marcha del método Singapur en la ciudad de Barranquilla.

IV. METODOLOGÍA Y DATOS

Se utilizan datos obtenidos de los resultados del examen Saber 11° para el año 2022, el cual es un instrumento de evaluación estandarizada que mide oficialmente la calidad de la educación formal impartida a quienes terminan el nivel de educación media. La información fue descargada de la plataforma Dataifcs, se filtró para los colegios oficiales de la ciudad de Barranquilla y la muestra resultante fue 10,581 observaciones en un total de 190 colegios, de los cuales 15 fueron seleccionados en la implementación piloto del proyecto Singapur. Se estima la siguiente ecuación:

$$Puntaje_Mat_i = \beta_0 + \beta_1 Singapur_i + \beta_2 Mujer_i + \beta_3 Otros_factores_i + u_i$$

En donde *Puntaje_Mat*, es la variable dependiente y mide el puntaje de matemáticas obtenido en la prueba. *Singapur* es una variable binaria que indica 1 si el estudiante pertenece a un colegio participante en el proyecto Singapur y 0 si pertenece a uno que no participó. La variable *Mujer*, indica 1 si es mujer y 0 en cualquier otro caso. Adicionalmente, se agregan variables de control en *Otros_factores*, en los cuales se incluyen características personales del estudiante, características familiares y del hogar, y características de la institución. Se estima la ecuación a través de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) teniendo en cuenta que la variable dependiente se mide en una escala continua.

Validación del modelo: Teniendo en cuenta la metodología utilizada por [12] en su investigación, en el presente trabajo se propone una forma de separar el efecto de haber participado en el proyecto Singapur del sesgo de autoselección. Esto implica utilizar el emparejamiento por puntaje de propensión (Propensity Score Matching - PSM) para reducir la dependencia del modelo y hacer inferencias, con base en el supuesto de independencia condicional estándar, según el cual dependiendo del vector de características observadas X, la variable de tratamiento es independiente de los resultados potenciales. PSM calcula el efecto promedio del grupo de tratamiento sobre el grupo tratado (ATT), en este caso la diferencia en el resultado promedio (Puntaje en matemáticas) de los estudiantes que participaron en el piloto del proyecto Singapur desde el año 2012 (T = 1) y los que no participaron (T = 0):

$$ATT = E[Puntaje_matemat / T = 1, b(X)] - E[Puntaje_matemat / T = 0, b(X)]$$

donde E[*] denota la operación de esperanza matemática, T es la variable de tratamiento (haber participado o no en el proyecto Singapur) y b(X) es la puntuación balanceada derivada de las covariables observadas en X, de manera que la distribución condicional de X, dado b(X), sea la misma para ambos grupos.

V. RESULTADOS

Tabla 1. Resultados de estimación del modelo MCO. Fuente: Cálculo de los autores

Puntaje en Matemáticas	Coefficiente	Error Estándar
Participante Singapur	0.5898974	0.4529654
<i>Características personales</i>		
Mujer	-4.277037***	0.2196331
Edad	-1.308393***	0.0687988
Pertenece a Etnia	-1.806134**	0.8706578
<i>Dedicación a lectura diaria:</i>		
– 30 minutos o menos	1.057874***	0.2871172

– Entre 30 y 60 minutos	3.529166***	0.3095636
– Entre 1 y 2 horas	3.794825***	0.3776938
– Más de 2 horas	4.846716***	0.4437908
Dedicación a Internet:		
– 30 minutos o menos	0.0660756	0.6147808
– Entre 30 y 60 minutos	1.246925**	0.5880549
– Entre 1 y 3 horas	2.832872***	0.5819795
– Más de 3 horas	2.383839***	0.5865535
Horas de trabajo a la semana:		
– Menos de 10 horas	-2.149384***	0.2926896
– Entre 11 y 20 horas	-2.376985***	0.4289057
– Entre 21 y 30 horas	-2.36711***	0.7196257
– Más de 30 horas	-2.664083***	0.746388
Características familiares y del hogar		
Estrato	-1.07983***	0.1135744
Educación del padre:		
– Primaria	1.291482*	0.785943
– Secundaria	1.528653**	0.7664126
– Técnica o tecnológica incompleta	3.115944***	0.8042284
– Profesional incompleta	4.459135***	0.9402405
– Profesional completa	3.097231***	0.8284537
– Posgrado	4.020384***	1.309276
Educación de la madre:		
– Primaria	-0.6760129	0.9760309
– Secundaria	0.3435319	0.9564592
– Técnica o tecnológica incompleta	3.053397***	0.9809373
– Profesional incompleta	2.633077***	1.079012
– Profesional completa	3.113928***	1.004018
– Posgrado	4.087353***	1.322491
Número de personas en el hogar		
– 3 a 4	2.36593***	0.4842542
– 5 a 6	2.18291***	0.4876961
– 7 a 8	0.9227692*	0.554874
– 9 o más	0.7975998	0.6377166
Numero de libros en casa:		
– 11 a 25 libros	0.8275115***	0.2290527
– 26 a 100 libros	1.768631***	0.3174197
– Más de 100 libros	1.365406*	0.7023598
Características del colegio		
Jornada completa	2.447011**	1.081509
Femenino	4.588938***	0.348254
Es de carácter académico	-0.4517726**	0.204567
Constante	67.89729***	1.829961
Numero de observaciones	10,581	
R-squared	0.1927	
Adj R-squared	0.1897	
Root MSE	10.299	

*: $p < 0.10$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

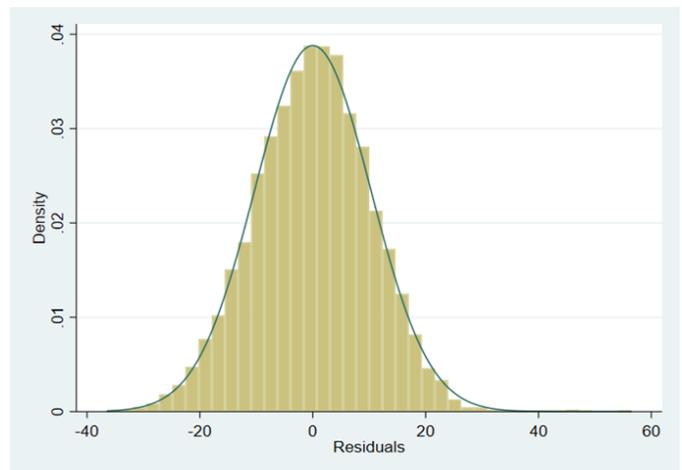


Fig. 2 Histograma de los residuales estimados. Fuente: Cálculo de los autores

Tabla 2. Resultados de estimación del PSM.

Fuente: Cálculo de los autores

Variable	Treated	Controls	Difference
PUNT_MATEMA	50.2624434	50.0909758	0.17146765
ATT	50.2624434	49.6558069	0.60663650

Tabla 3. Resultados de estimación de Bootstrap a PSM.

Fuente: Cálculo de los autores

Bootstrap Normal-based				
Coef.	Std.	Err.	z	P> z
ATT	0.6066365	0.5075022	1.20	0.232

*: $p < 0.10$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados estadísticos presentados, se concluye que el programa Singapur no logró fortalecer significativamente las competencias matemáticas de los estudiantes. Además, no contribuyó de manera notable a la reducción de la brecha de género en el desempeño, medido a través de la prueba Saber 11. Estas conclusiones se basan en las estimaciones realizadas mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Propensity Score Matching (PSM).

Por otro lado, los resultados respaldan lo señalado en [7], respecto a los factores que influyen en el rendimiento académico, los cuales pueden agruparse en características personales, familiares y de la institución.

Finalmente, lo hallado sugiere un posible impacto negativo en la elección de carreras STEAM por parte de las estudiantes, ya que se confirma que los hombres obtienen puntajes más altos que las mujeres en las pruebas de matemáticas.

REFERENCIAS

- [1] Gavira-Durón, N. (2023). Equidad de género en puestos de poder y aprendizaje de las matemáticas. Obtenido de Montoya-Noguera, S., García de Cajén, S., Contreras-Ortiz, S. (2023). Memorias del Primer Simposio de Investigación e Innovación Latinoamericano Mujeres en Ingeniería. Cátedra Abierta Latinoamericana Matilda y las Mujeres en Ingeniería. CONFEDI-ACOFI-LACCEL. Medellín, Colombia. ISSN: 2981-5339 (En línea) <https://catedramatilda.org/2023/09/22/libro-memorias-del-primer-simposio-de-investigacion-e-innovacion-latinoamericano-mujeres-en-ingenieria/>
- [2] ONU MUJERES. (2020). Obtenido de Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe: <https://lac.unwomen.org/es/digiteca/publicaciones/2020/09/mujeres-en-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-en-america-latina-y-el-caribe#view>
- [3] Sánchez-Gómez, J. S. (2023). El rezago significativo de Colombia en el ODS 5 entre 2015 y 2021. Obtenido de Montoya-Noguera, S., García de Cajén, S., Contreras-Ortiz, S. (2023). Memorias del Primer Simposio de Investigación e Innovación Latinoamericano Mujeres en Ingeniería. Cátedra Abierta Latinoamericana Matilda y las Mujeres en Ingeniería. CONFEDI-ACOFI-LACCEL. Medellín, Colombia. ISSN: 2981-5339 (En línea) <https://catedramatilda.org/2023/09/22/libro-memorias-del-primer-simposio-de-investigacion-e-innovacion-latinoamericano-mujeres-en-ingenieria/>
- [4] Fernández, D. (2015). El método Singapur aplicado a la enseñanza de fracciones. (Tesis de licenciatura) Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/26917>
- [5] Tapia, R. & Murillo, J. (2020). El método Singapur: sus alcances para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Muro de la Investigación*, 5(2), 13-24. <https://doi.org/10.17162/rmi.v5i2.1322>
- [6] Clarke, M. y Luna, D. (2021). Primer on Large-Scale Assessments of Educational Achievement. National Assessments of Educational Achievement. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35494>
- [7] Zapatera Linares, «El método Singapur para el aprendizaje de las matemáticas. Enfoque y concreción de un estilo de aprendizaje», *Revista INFAD de Psicología*, vol. 1, n.º 2, pp. 263–274, dic. 2020.
- [8] K. P. Córdova Calderón y J. L. Quizhpe Cueva, «Método singapur para el aprendizaje de matemática en noveno año», *Ciencia Latina*, vol. 7, n.º 4, pp. 3980-3998, ago. 2023.
- [9] Reyes, R. A. T., & Antón, J. M. (2020). El método Singapur: sus alcances para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista muro de la investigación*, 5(2), 13-24.
- [10] Determinantes que influyen en el rendimiento académico: un estudio aplicado para Colombia a partir de las pruebas icfes - saber 11 maria Alejandra Moncayo Cabrera Trabajo de Grado para optar el título de: Economista. U de la Salle 2016
- [11] Castro, M., & Ruiz, J. (2019). La educación secundaria y superior en Colombia vista desde las pruebas Saber. *Praxis & Saber*, 10(24), 341-24. <https://doi.org/10.19053/22160159.v10.n25.2019.9465>
- [12] Cheng, Z. y Smyth, R. (2015). Crime victimization, neighborhood safety and happiness in China. *Economic Modelling*, 51, 424-435. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264999315002394>