


Simulación para deserción escolar y alternativas educativas presencia-distancia post COVID-19

Simulation for student dropout and educational alternatives between presence-distance after COVID-19

 **Sandra Patricia Barragán Moreno** | Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia

 **Oscar Leonardo Lozano Galindo** | Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia

Cómo citar: Barragán, S. y Loano, O. (2024). Simulación para deserción escolar y alternativas educativas presencia-distancia post COVID-19. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 26. <https://doi.org/10.24320/redie.2024.26.of.5897>

Resumen

La deserción escolar como sistema de complejidad dinámica debe ser monitoreada para fortalecer los planes de permanencia estudiantil. En este contexto, el objetivo de este artículo fue simular el comportamiento de la deserción escolar en preescolar, básica y media en Colombia tras la COVID-19 considerando la virtualidad en las alternativas educativas en el continuum entre presencia y distancia visibilizando el alcance de las decisiones políticas por la activación de restricciones por salubridad. La metodología de investigación se adelantó en dos fases: primera, el metaanálisis de 25 artículos publicados entre 2020-2022; y segunda, la simulación de tres escenarios bajo el enfoque de la Dinámica de Sistemas. Se encontró que las variables explicativas más empleadas son “docentes” y “matriz curricular” pertenecientes al determinante académico. Las



simulaciones mostraron alta sensibilidad de la deserción al porcentaje de virtualidad educativa y la necesidad de un número importante de horas de capacitación docente.

Palabras clave: Abandono de estudios, educación básica, enseñanza a distancia.

Abstract

School dropout as a system of dynamic complexity must be monitored to strengthen student retention plans. In this context, this article aims to simulate the behaviour of school dropouts in preschool, elementary school, and middle school in Colombia after COVID-19, considering the virtuality of educational alternatives in the continuum between presence and distance, making visible the effects of policies due to the activation of health restrictions. The research methodology was divided into two phases: first, the meta-analysis of 25 articles published between 2020-2022; and second, the simulation of three scenarios under the System Dynamics approach. It was found that the most used explanatory variables are "teachers" and "curricular matrix" belonging to the academic determinant. The simulations showed high dropout sensitivity to the percentage of educational virtuality and the need for a significant number of hours of teacher training.

Keywords: Education, cooperation, mathematics, problem solving.

I. Introducción

La ONU (2020) indicó que la pandemia por COVID-19 afectó a 1.600 millones de estudiantes de 190 países como sigue “los cierres de escuelas y otros centros de enseñanza han afectado al 94 % de los estudiantes de todo el mundo, una cifra que asciende al 99 % en países de ingreso bajo y mediano bajo” (ONU, 2020, p. 2). Por su parte, el Banco Mundial (2021) señaló que el desafío en el corto plazo está dado por reabrir las escuelas en condiciones de bioseguridad y procurar la permanencia de los

estudiantes, haciendo énfasis en que las niñas están en mayor riesgo de deserción escolar. La ONU y el Banco Mundial coincidieron en que el desafío a largo plazo es revertir los resultados del aprendizaje producto de las pérdidas de aprendizaje (Banco Mundial, 2021; ONU, 2020) entendidas como una disminución del nivel promedio de aprendizaje de todos los estudiantes, una ampliación de la distribución del rendimiento en el aprendizaje dado que las respuestas a la crisis han sido muy desiguales y el aumento significativo de estudiantes con un rendimiento muy bajo ocasionado por la deserción escolar masiva (Iqbal et al., 2020).

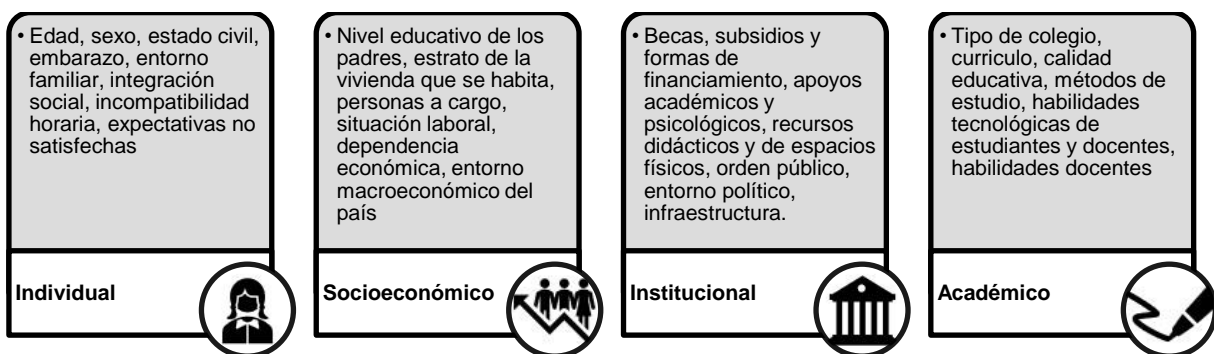
La deserción escolar se comporta como un sistema de complejidad dinámica (Barragán, 2015) que debe ser monitoreado con frecuencia para fortalecer los planes de permanencia en el sistema escolar, este monitoreo que era procedente para el periodo preconfinamiento, se resignificó para el confinamiento y el posconfinamiento derivados de la pandemia por COVID-19. El monitoreo de las variables explicativas se puede lograr mediante la adaptación del modelo de Vincent Tinto (1993) aceptado por el Ministerio de Educación de Colombia (MEN) para diagnosticar, tratar y monitorear la deserción en educación superior como consecuencia de interacción estudiantes e institución. Los documentos de diagnóstico y análisis de la deserción señalan cómo al comparar entre diferentes abordajes de estudio de los determinantes de la deserción, las variables explicativas que más se analizan en los determinantes corresponden a las mencionadas por Tinto desde sus estudios iniciales en 1975 (Ministerio de Educación Nacional, 2009). El modelo de integración de Tinto categoriza las variables en determinantes endógenos al sistema educativo (académicos e institucionales) y exógenos (individuales y personales) por lo que resulta útil su implementación en la deserción escolar de niños y

jóvenes agrupando las variables explicativas (ver

Figura 1) apropiadas a sus niveles educativos y a sus edades. Considerando las diferencias entre países se aclara que, el sistema educativo colombiano considera el nivel de educación inicial para niños entre 0 y 5 años, la primaria para niños entre 6 y 10 años, la secundaria para niños y jóvenes de 11 a 14 años y la media para jóvenes de 15 a 16 años.

De acuerdo con Barragán-Moreno y Lozano-Galindo (2022), el modelo de Tinto permite la identificación y monitoreo de al menos 44 variables directas e indirectas que afectan la permanencia o el abandono escolar de los estudiantes de niveles anteriores a la educación superior cuya intensidad de influencia va cambiando con la edad de los estudiantes, por ejemplo la variable maternidad o paternidad, en edades tempranas se pondera con 0, pero en la adolescencia incrementa su ponderación.

Figura 1. Determinantes y variables explicativas de la deserción escolar



Fuente: Elaboración propia con base en Tinto (1993).

Entre las variables explicativas más previsibles de la deserción escolar en el periodo de confinamiento estaban las asociadas al determinante socioeconómico con base en las

dificultades derivadas de la contracción de la economía, la vulnerabilidad económica ya existente que zanjó diferencias importantes para afrontar el aislamiento (Banco Mundial, 2021). El matrimonio infantil, el embarazo precoz y la violencia de género que afectan de forma importante a las niñas y las mujeres jóvenes (ONU, 2020). Por otro lado, Ramírez y Hernández (2021) destacaron cómo para la etapa preescolar la virtualidad obligada mostró la desigualdad en el acceso a esta modalidad educativa pues es en este nivel donde se fundamenta el desarrollo socioemocional e intelectual a través de la presencialidad. En este contexto, surgieron las preguntas de investigación orientadoras

RQ1: ¿Cuáles son las principales variables explicativas de la deserción escolar en preescolar, básica y media en Colombia durante el confinamiento por la COVID-19?

RQ2: ¿Cuál es el comportamiento a largo plazo de las variables en las alternativas educativas entre presencia y distancia tendientes a disminuir la deserción escolar en preescolar, básica y media en Colombia tras la COVID-19?

En consecuencia, el objetivo de este artículo fue simular el comportamiento de la deserción escolar en preescolar, básica y media en Colombia tras la COVID-19, considerando la virtualidad en las alternativas educativas en el continuum entre presencia y distancia.

Para aproximarse al cumplimiento del objetivo, enseguida de esta introducción se resumen algunos de los cambios abruptos que por fuerza y necesidad fueron implementados a nivel escolar, así como las alternativas educativas que pueden ser incorporadas en adelante considerando los picos y valles en los que se puede presentar el contagio por COVID-19 o la estabilización de salud pública y económica en las que se pueda desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje, producto de la vacunación

masiva (Banco Mundial, 2021). Luego, se describen las dos fases consecutivas en que se dividió la metodología de investigación. A continuación, y conforme a las fases de la metodología se presentan los resultados en cuanto a las variables explicativas, al diagrama de bucle causal y al modelo Stock and Flow con el que se ejecutaron las simulaciones de escenarios. Posteriormente, se establece la discusión de resultados y las conclusiones obtenidas. Finalmente, en un anexo técnico se describen las variables presentes en el modelo Stock and Flow, sus unidades, su interpretación y la fuente de la que se obtuvieron los parámetros.

1.1 Cambios, respuestas dadas en emergencia y alternativas académicas

García (2021) señaló que la pandemia obligó al cambio drástico en la oferta de servicios educativos por el cierre obligatorio de las instalaciones. Los diferentes gobiernos se vieron obligados a dar continuidad a los servicios educativos con educación a distancia digital, haciendo uso de las tecnologías de información disponibles, lo que generó una respuesta desigual entre países y al interior de estos, debido a las limitaciones de infraestructura tecnológica, planificación del sistema educativo (Herrera, 2021), aunado a la preparación de profesores y estudiantes obligados a entregar y recibir una “educación a distancia digital” o “educación de emergencia en remoto” que emergió como solución a la necesidad de continuar con el servicio educativo, teniendo en cuenta la distancia física y posibilitando la interacción sincrónica o asincrónica.

Una respuesta al cambio fue modificar la razón entre profesores y estudiantes $\frac{\text{número de profesores}}{\text{número de estudiantes}}$ para monitorear el avance de los estudiantes adaptando las prácticas presenciales al aula virtual. Se forzó el cambio de la forma de enseñar y aprender, proyectando propuestas pedagógicas flexibles, adecuadas a las condiciones de

bioseguridad, tamaño y preparación de los grupos de estudiantes, así como la preparación y actitud de los docentes. Los docentes incorporaron rápidamente recursos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC) (Latorre et al., 2018) como apoyo a su labor. Para hacer frente a las condiciones impuestas en las circunstancias de desconocimiento del virus o posteriores apariciones de otros, se mudó de la presencialidad (normalidad) a la oferta híbrida (que se enfoca en una parte del grupo de estudiantes atendidos de forma presencial y otra a distancia con apoyo digital), disponiendo de una oferta completamente a distancia.

La oferta educativa a distancia ha sido recomendada en educación superior convirtiéndose en un reto de adaptación de los currículos a impartir, así como para la evaluación en entornos emergentes. En la educación superior, la falta de preparación de estudiantes y docentes se hizo palpable y mostró enormes diferencias por motivo de oportunidades de acceso a elementos de hardware, software y conectividad sumadas a la falta de habilidad en el manejo de plataformas educativas pese a ser nativos digitales (Díaz Barriga y Barrón, 2022; Guevara, 2020). Las diferencias se acentuaron al analizar los resultados obtenidos en las pruebas externas comparados por georreferenciación porque evidenciaron resultados mayores en lugares con mejores condiciones de infraestructura y conectividad, ciudades, a diferencia de zonas más apartadas de los centros urbanos (Arias-Velandia et al., 2021). La oferta educativa a distancia es poco recomendada en educación preescolar, básica y media donde las relaciones docente-estudiante y estudiante-estudiante son indispensables para adelantar el proceso educativo, debido a que, mediante estas relaciones se construyen vínculos afectivos y

emocionales que influyen en la apropiación del conocimiento. Las condiciones de bioseguridad y los aprendizajes obligaron a considerar escenarios educativos flexibles para tiempos de confinamiento o posconfinamiento para disminuir la deserción, mantener los niveles de calidad y suavizar el efecto de variables de tipo económico, geográfico o de alguna condición especial que impidan acceder al servicio educativo oficial (Barragán-Moreno y Lozano-Galindo, 2022; García, 2021).

La Figura 2 representa la gama de alternativas que se implementaron o se pueden implementar para adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje y las propuestas pedagógicas enfocadas a los resultados de aprendizaje, el modelo pedagógico y el proyecto educativo de la institución escolar. Estas alternativas dependen de los contextos en los que se enmarcan las prácticas docentes, los recursos tecnológicos disponibles, las habilidades y destrezas de docentes y estudiantes para el manejo de tecnología de modo que se reduzca la posibilidad de reproducir las disparidades en educación y en deserción actuales (Herrera, 2021).

Figura 2. Gama de alternativas educativas entre presencialidad y sincronía en telepresencia



Fuente: Elaboración propia con base en García (2021).

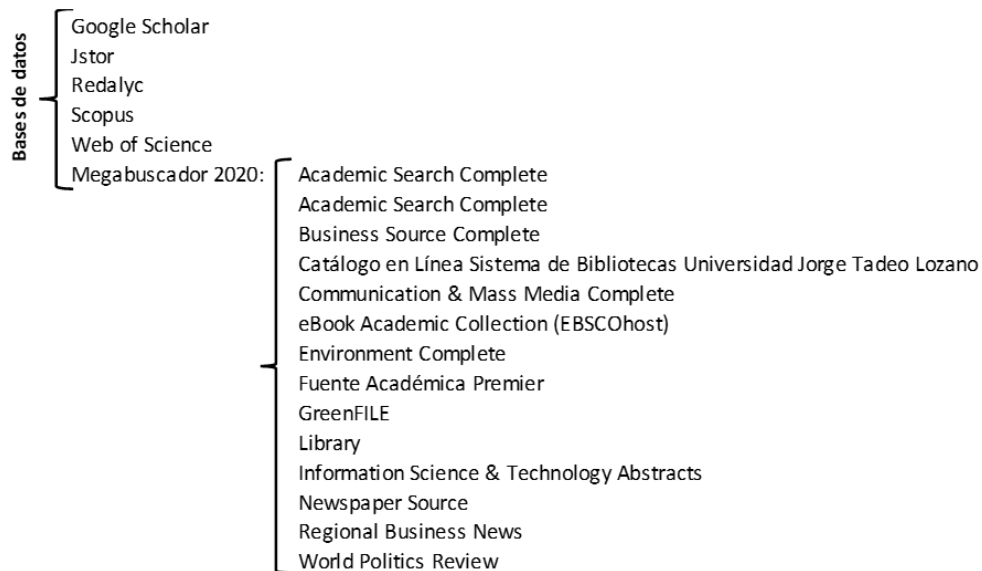
En este contexto, se diseñó la metodología de investigación y las fases de ejecución descritas enseguida.

II. Metodología

La metodología de investigación se configuró con dos fases que se realizaron de forma consecutiva:

Fase 1: Meta análisis. Análisis de 21 artículos de investigación publicados en el periodo 2020-2021 ubicados mediante la búsqueda en 19 bases de datos (Figura 3), y 24 ecuaciones específicas para permanencia y deserción en educación. La muestra de los artículos se logró luego de un proceso que incluyó identificar, seleccionar, cribar y excluir documentos relacionados como lo indica la guía PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

Figura 3. Bases de datos búsqueda de artículos



Fuente: Elaboración propia

Fase 2: Modelación y simulación de escenarios. Para llevar a cabo esta fase se realizó

una aproximación sistémica dada la naturaleza compleja que presenta el sistema de educación básica oficial colombiano, constituido por múltiples actores, un gran número de interrelaciones que se sintetizan en dos subsistemas uno de demanda educativa y otro de oferta. La interacción de estos dos subsistemas determina cómo se comporta el sistema educativo completo, los resultados generados por este.

En esta fase es muy importante visualizar la realimentación y los efectos que surgen por los cambios en el tiempo que experimentan las variables clave del sistema. Es por ello que surge la necesidad de contar la historia y el funcionamiento del sistema con esta aproximación dinámica mediante intervenciones sociales (simulaciones) para obtener representaciones veraces, muy próximas a la realidad, y que puedan ser diseñadas y ejecutadas con apoyo en herramientas informáticas con base en el contexto histórico y la proyección a futuro de los resultados de aplicación de acciones de política pública educativa sobre el mismo (Bianchi y Salazar, 2020; Senge, 2010; Williams y Hummelbrunner, 2011). Para tal fin, se recurrió a la descripción del comportamiento por medio del diagrama de bucles causales para identificar las hipótesis causales y los roles de los elementos presentes en los subsistemas.

El diagrama de bucle causal muestra tanto el comportamiento de referencia del sistema como las hipótesis dinámicas y la estructura de retroalimentación. La representación de la interacción entre las variables del sistema se hace mediante flechas marcadas con signos positivos o negativos. El signo positivo indica una relación directamente proporcional de las variables (si una aumenta, la otra también), mientras que un signo negativo revela una relación inversamente proporcional (si una variable aumenta, la otra disminuye) (Bala et al., 2017). Finalmente se implementó un modelo *Stock and Flow*

como modelo de simulación de la Dinámica de Sistemas conjugando la modelación como práctica científica, progresión de modelos y mediante su dimensión instrumental (Oliva, 2019).

En concordancia con la progresión de modelos, se consideró como punto de partida el modelo de Serna y Flores (2015) diseñado para estudiar las políticas educacionales en Perú. La progresión implicó la incorporación de variables identificadas en la fase 1 relacionadas con el rol del docente, el porcentaje de virtualidad en las posibilidades educativas tras el confinamiento por la COVID-19 y los efectos de las variables en los determinantes individual, institucional y socioeconómico, todo esto con el ánimo de aprovechar las similitudes del modelo peruano con la dinámica de la deserción en Colombia en el nuevo contexto. Igualmente, se involucraron estudios que señalan múltiples factores en las causas de abandono, como fueron la enfermedad por COVID-19, la escasa o ninguna preparación del modelo de educación rural en educación remota, la falta de continuidad en los procesos de inclusión de estudiantes migrantes, así como, la desigualdad en términos de acceso y disponibilidad tecnológica para la formación de la población, tanto a nivel Colombia como en Latinoamérica (Mauris y Domínguez, 2022; Pérez, 2022; Rodríguez-Lizarralde et al., 2022; Sañudo, 2022). Posteriormente, como práctica científica, el modelo se parametrizó tanto para validar su operatividad como para simular; la parametrización se hizo con datos sobre los niveles educativos de preescolar, básica y media en Colombia disponibles en bases públicas. La simulación registró el comportamiento en tres escenarios revelando el efecto de las alternativas educativas que se encuentran entre la presencialidad y la virtualidad sobre la deserción estudiantil (Figura 2).

III. Resultados

Al aplicar las fases expuestas se obtuvieron resultados respecto a la identificación de variables que se integraron en el modelo y al modelo de dinámica de sistemas.

3.1 Variables desde las que los investigadores explicaron la deserción en preescolar, básica y media en Colombia en 2020-2021

Al iniciar la revisión sistemática, se ubicaron 77.700 registros en las 19 bases de datos mediante 24 ecuaciones específicas de búsqueda para permanencia y deserción en educación. De este total, se eliminaron por duplicación 75.809 registros quedando 1.891 registros para criba en título y resumen y así decidir su elegibilidad final para posterior procesamiento con Atlas Ti. En concordancia, se conformó una muestra de 25 artículos de investigación publicados durante enero del año 2020 y diciembre de 2022 que fueron incluidos en la síntesis cualitativa de la revisión (Figura 4).

Figura 4. Muestra conformada por artículos de investigación.

2020	2021	2022			
Educación inclusiva en contexto: reflexiones sobre la implementación del Decreto 1421 de 2017	Díaz, A., Bravo, C., y Sierra, G.	Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación como Valor Pedagógico en Tiempo de Crisis	Avendaño, W., Hernández, C., y Prada, R.	A feedback view of behavioural distortions from perceived public service gaps at 'street-level' policy implementation: The case of unintended outcomes in public schools	Bianchi, C., & Salazar, R
*Universalización de la educación media de calidad: el reto sigue para llegar a ser "Colombia la mejor educada"	García, S., & Maldonado, D.	Diferencia de logro geolocalizado en educación presencial y a distancia en Colombia	Arias-Velandia, N., Rincón-Báez, W. U. y Cruz-Pulido, J. M.	Los Efectos De La Crisis Sanitaria Del Covid-19 En La Educación Rural De Colombia	Mauris, L., y Domínguez, B.
We should avoid flattening the curve in education – Possible scenarios for learning loss during the school lockdowns	Iqbal, S., Azevedo, J., Geven, k., Hasan, A., & Patrinos, H.	Desafíos del currículo en tiempo de pandemia: innovación disruptiva y tecnologías para la inclusión y justicia social	Díaz Barriga, F. y Barrón, M. C.	Educación, Desigualdad Sociodigital en Pandemia	Pérez, A
Educación Rural y Dispositivo Evaluación en Tiempos de COVID-19: Voces de Profesores de Matemática	Martínez, D., Serna, J., y Arrubla, J.	School reorganization reforms: the case of multi-site schools in Colombia.	Elacqua, G., Sánchez, F., & Santos, H.	Inclusión educativa en pandemia: interseccionalidad y situación de menores venezolanos en Bogotá	Rodríguez-Lizarralde, C., López-Villamil, S., y Barrera-García, A.
Understanding Latin America's Educational Orientations: Evidence from 14 Nations	Osiobe, E.	Estudio del Sector Educativo Colombiano	Findeter	Del abandono a la permanencia escolar en secundaria	Sañudo Guerra, L.
Un Marco para Guiar una Respuesta Educativa a la Pandemia del COVID-19	Reimers, F., y Schleicher A.	COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento	García, L.		
Pruebas de Evaluación Saber Y PISA en la Educación Obligatoria de Colombia	Sanabria, L., Pérez, M., y Riascos, L.	El modelo de la alternancia y la desigualdad educativa territorial en la educación en Colombia	Herrera, D.		
Efectos de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación en Colombia	Sánchez, P., Saavedra, C., & Figueroa, C.	Las Organizaciones de la sociedad civil en época de pandemia. Reflexiones hacia una nueva normalidad: ¿Nuevos desafíos o mismas realidades?	Maroscia, C., y Ruiz, P.		
Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond	United Nations	Una Mirada a la Educación Preescolar desde la Diversidad en Pandemia Covid-19 y sus Afectaciones.	Ramírez, G., y Hernández, S.		
		Perspectivas actitudinales de docentes en ejercicio y en formación hacia la educación inclusiva	Rodríguez, A., Gallego, J., Navarro, A., y Caurcel, M.		
		Global Economic Prospects	World Bank		

Fuente: Elaboración propia.

Con las variables identificadas en los artículos cuyo texto asociado referenciaba al significado, valor, o efecto de una variable específica, se encontró que la mayoría de estas obcorrespondían al determinante académico (57,14%), seguido por el determinante institucional (28,57%), luego el socioeconómico (9,52%) y finalmente el individual (4,76%).

Las investigaciones en torno al determinante académico posicionaron a la variable “docentes” como la más importante para explicar la deserción. Los hallazgos indicaron que la variable “docente” es entendida como quien vincula y brinda herramientas para afianzar a los estudiantes en su proceso de enseñanza y mediar las nuevas relaciones de los actores estudiantes-docentes-padres de familia. Los docentes son los encargados

de velar por el derecho a la educación en las condiciones de aislamiento y distanciamiento físico aunadas a las condiciones de desigualdad socioeconómica que tienen a Colombia con un índice de Gini de 0,57% y la ubican en el octavo lugar de los países con mayor desigualdad según datos de la CEPAL y el Banco Mundial (Herrera, 2021).

Al mismo tiempo se identificó que, solo proporcionar tecnología no es suficiente para obtener mejores aprendizajes, estos deben estar mediados por docentes conocedores de la misma (Reimers y Schleicher, 2020); Sanabria et al., 2020). Otro punto clave del determinante lo constituyó la falta de preparación de los docentes para atender grupos con necesidades educativas especiales, lo cual es un punto álgido que merece observación dado que se requiere la interacción entre familia, escuela y profesionales conocedores de las necesidades de la población para que trabajen conjuntamente hacia la equidad (Díaz-Piñeres et al, 2020). También, se estableció que la variable incluye la escasa preparación de los docentes en los aspectos técnico-administrativos del manejo de TIC y TAC de forma que puedan aplicar estas herramientas para la resolución de problemas, interacción y enseñanza activa en pro de la mejora en la práctica docente. Esta mejora motiva a los docentes y a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje obligando a los docentes a adquirir destrezas técnicas y pedagógicas necesarias para integrarlas a la enseñanza en esta modalidad (Avendaño et al., 2021; García, 2021; Sánchez et al., 2020).

La variable “matriz curricular” abarca múltiples aspectos curriculares, pedagógicos, didácticos y actitudinales de los docentes enlazando la autonomía de los estudiantes por la suspensión del acompañamiento docente, la oferta curricular, el apoyo en TIC o TAC

y las adaptaciones necesarias para no dejar a ningún estudiante atrás por razones socioeconómicas, o de necesidades educativas especiales. La expectativa engloba en la estructura de esta “matriz curricular” una propuesta educativa que permita flexibilizar recursos, materiales, tiempos y evaluaciones, con miras a renovar e innovar pedagógicamente. Todo esto para responder acorde a la emergencia y preparar a los diferentes actores para migrar a los nuevos modelos híbridos, presenciales y a distancia, priorizando y definiendo lo que se debe aprender en el periodo de distanciamiento, aclarar dudas y verificar aprendizajes (García, 2021; Díaz-Piñeres et al., 2020; Martínez et al, 2020; Reimers y Schleicher, 2020).

En el determinante institucional se destacó el “entorno político”. En años anteriores, el entorno político hacía referencia al contexto del conflicto armado, la violencia y el acuerdo de paz mientras que, para el periodo 2020-2021, esta variable tuvo una nueva acepción en cuanto a la obligatoriedad que tiene el estado colombiano de formular e implementar las políticas públicas precisas para garantizar el servicio educativo con accesibilidad, oportunidad, calidad e inclusión, teniendo en cuenta las particularidades de los territorios y sus realidades y favoreciendo el cierre de la brecha entre educación urbana y rural en el espacio de pandemia y pospandemia (García, y Maldonado, 2020; Herrera, 2021; Maroscia y Ruiz, 2021). La variable “entorno político” fue vinculada a las políticas públicas en torno a la necesidad de priorizar el apoyo a estudiantes y escuelas con mayores carencias en cuanto a infraestructura y habilidades para el estudio independiente, incluyendo actividades de bienestar tanto para estudiantes como para docentes (Findeter, 2021).

La variable “infraestructura” cambió de ser la parte física de las instalaciones a ser la

tecnológica, integrando los ajustes necesarios para que desde lo concerniente a los estudiantes, las TIC puedan llegar a quienes no pueden acceder a dispositivos mínimos o conectividad como herramientas necesarias para avanzar en su logro académico y desde lo concerniente a los docentes propiciar el efecto de obligatoriedad de su acción educativa de forma digital, facilitando apoyos técnicos para sesiones educativas sincrónicas o asincrónicas de trabajo académico remoto, individual o colectivo que permitan impartir y evaluar una formación a distancia. Todo esto sobrepasando barreras como los problemas de conectividad y equipos, el rechazo o aversión a tecnologías de docentes y alumnos, acostumbrados al desarrollo del conocimiento en un lugar físico trasladado a una sala virtual.

En el determinante socioeconómico, la variable “ubicación de la residencia” fue la de mayor referencia por la implicación que tiene sobre los problemas de acceso entre los sectores de ubicación de las instituciones educativas urbanas y rurales. Al pasar de la modalidad de presencial a digital, se evidenciaron aún más las diferencias históricas de brecha educativa municipal y rural. La ausencia de dispositivos tecnológicos se hace más visible en la ruralidad donde la capacidad para generar economías a escala del servicio se ve permeada por el distanciamiento geográfico que causa altos costos en la provisión de transporte, alimentación y accesibilidad que hacen menos atractivo el continuar con los estudios por falta de condiciones físicas, tecnológicas o de oferta educativa completa (García y Maldonado, 2020) obstaculizando la mitigación de la deserción escolar (Díaz-Piñeres et al., 2020; Herrera, 2021; Elacqua et al., 2020; Osiobe, 2020).

En el determinante individual, la variable “condiciones de salud” tuvo más alta referencia condicionada a la preocupación y al desconocimiento de las consecuencias de la

pandemia que se sumaron a los problemas prevalentes de desnutrición, violencia intrafamiliar y migración que acentuaban el abandono escolar y que en toda crisis, afecta con mayor intensidad a los grupos más vulnerables (Maroscia y Ruiz, 2021).

3.2 Modelo de simulación para las alternativas educativas en el continuum presencia-distancia

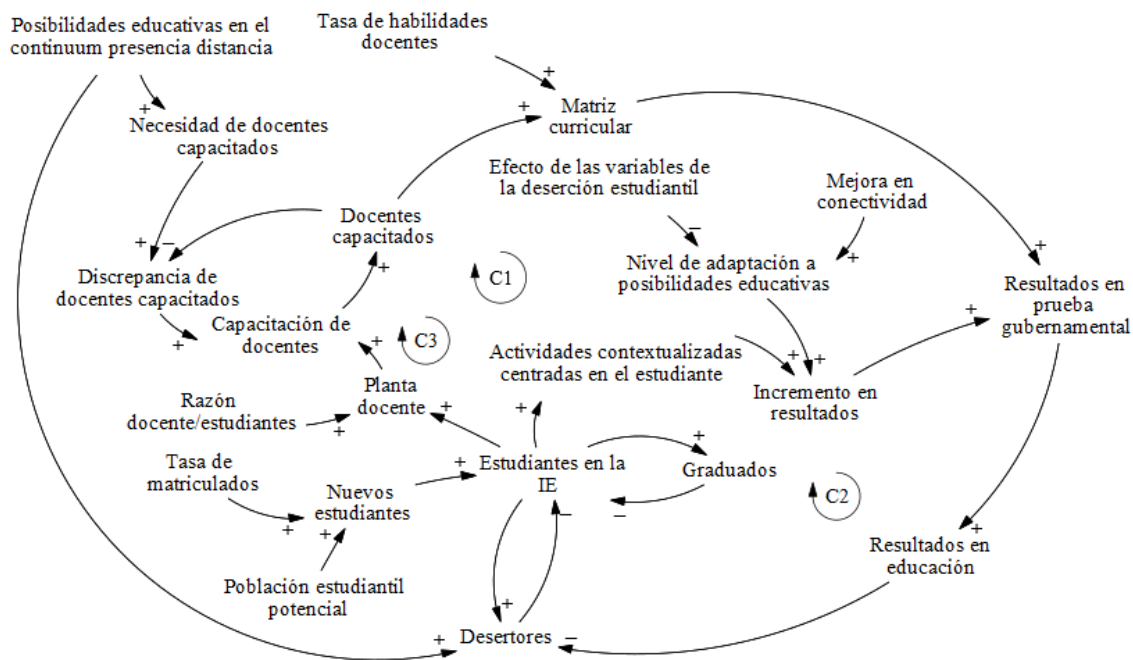
Con la identificación de las variables se procedió a la implementación de la segunda fase de la metodología, obteniendo como primer resultado el diagrama de bucle causal de la Figura 5, en el que se detectaron particularmente tres bucles que indicaron cualitativamente los siguientes efectos:

1. Efecto de la capacitación de docentes sobre la deserción: a mayor cantidad de docentes capacitados, se mejora la matriz curricular y con ello también se mejoran los resultados en la prueba gubernamental aplicada al final de la media. Esta mejora en los resultados tiene un efecto positivo en los resultados totales en educación disminuyendo la tasa de deserción. De aquí que el número de estudiantes desertores es menor y por tanto la población estudiantil activa se incrementa requiriendo una planta docente más grande para atenderla y en consecuencia demandando más tiempo de capacitación para tener más docentes capacitados.
2. Efecto de las actividades contextualizadas centradas en el estudiante sobre los estudiantes de las Instituciones Educativas (IE): a mayor cantidad de actividades que involucren al estudiante, se incrementan los resultados y con ellos los resultados en la prueba gubernamental estandarizada; de esta forma se mejoran los resultados en educación y se disminuye la tasa de deserción y el número de

estudiantes desertores, permitiendo que más estudiantes permanezcan en las IE, requiriendo más actividades contextualizadas.

3. Efecto de los estudiantes en la IE sobre la deserción estudiantil: cuando una IE tiene un alto número de estudiantes requiere mayor planta docente que demanda más capacitación. Al tener más docentes capacitados, se mejora la matriz curricular y los resultados en la prueba gubernamental y con ello los resultados en educación, lo que disminuye el número de estudiantes desertores incrementando la población activa en la IE.

Figura 5. Diagrama de bucle causal – hipótesis dinámicas

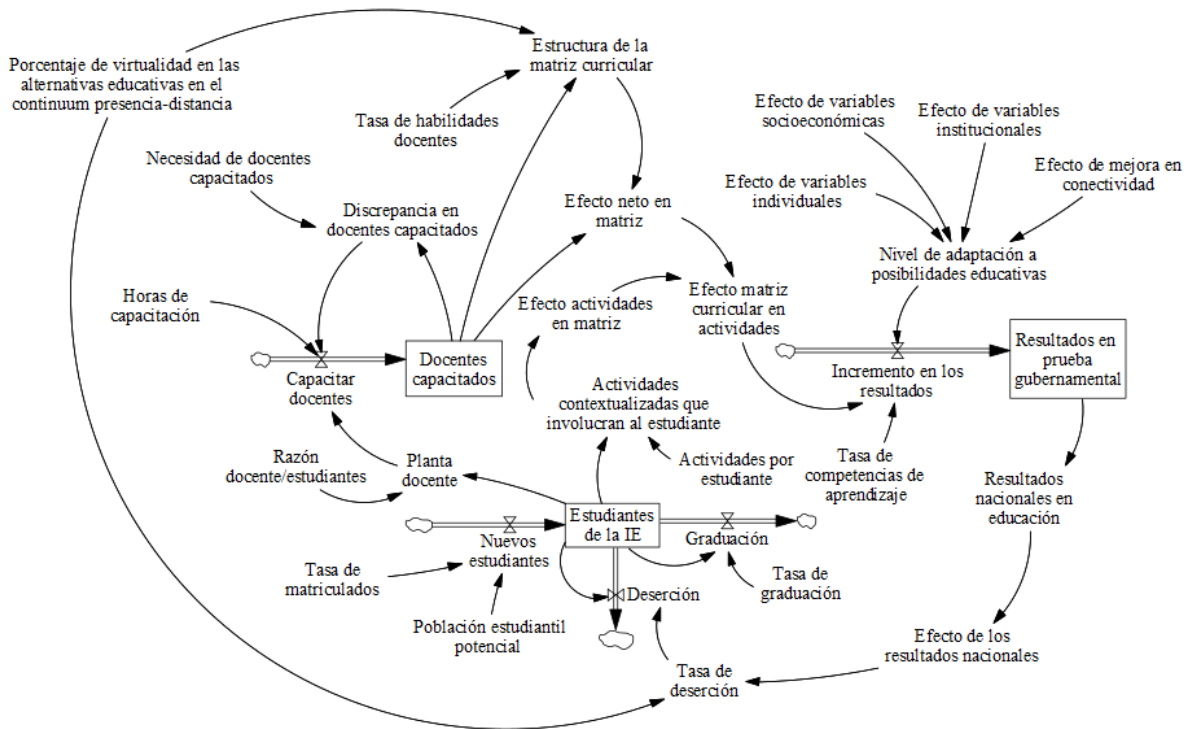


Fuente: Elaboración propia con base en Serna y Flores (2015).

La Figura 6 muestra el modelo elaborado mediante la Dinámica de Sistemas para la simulación de tres escenarios que dan cuenta de la repercusión sobre la deserción escolar del porcentaje de virtualidad en las alternativas educativas, en el continuum entre presencia y distancia en los niveles educativos de preescolar, básica y media en Colombia tras la COVID-19.

El modelo tiene un supuesto importante y es que, en cualquier porcentaje de virtualidad, incluidos los extremos 0% de virtualidad (presencialidad total) o 100% de virtualidad los docentes deben recibir capacitación disciplinar en TIC y TAC, en sensibilización hacia la profesión y la práctica docente. La profesión docente exige actualización permanente en habilidades docentes y disciplinares.

Figura 6. Modelo para las alternativas educativas en el continuum presencia-distancia.



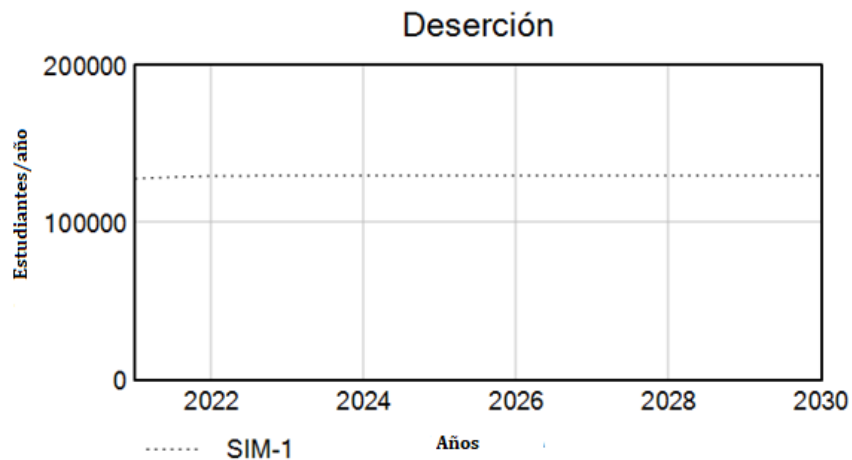
Fuente: Elaboración propia con base en Serna y Flores (2015).

3.3 Primer escenario (SIM-1): Supuestos y valores iniciales

Para iniciar el análisis de las tendencias a largo plazo se consideraron las variables y parámetros del Apéndice 1. Entre los parámetros para el modelo de referencia del sistema (estado inicial) se resaltan el 10% de virtualidad en las actividades programadas dentro de las posibilidades educativas y las 40 horas de capacitación por profesor por año para una población potencial de estudiantes de 8.613.646 y con una tasa de deserción anual del 15,79%. La SIM-1 mostró que la deserción tiene un comportamiento asintótico horizontal en 129.281 estudiantes quienes abandonarían su estudio por año a nivel nacional (ver

Figura 7).

Figura 7. SIM-1 10% de actividades virtuales como modelo de referencia



Fuente: Elaboración propia con base en **Error! Reference source not found..**

Las simulaciones para el segundo y tercer escenarios se realizaron bajo el criterio *Ceteris Paribus*, considerando en el segundo solo el cambio del parámetro correspondiente al porcentaje de virtualidad en las actividades académicas (cinco simulaciones) y en el tercero solo el cambio de las horas de capacitación docente (dos simulaciones).

3.4 Segundo escenario (SIM-2, SIM-3, SIM-4, SIM-5, SIM-6): Progresión en la puesta en marcha de la virtualidad en las alternativas educativas en el continuum presencia-distancia.

Para este análisis se hicieron cinco simulaciones en las que se fue modificando progresivamente el parámetro correspondiente al porcentaje de virtualidad en las alternativas académicas a las que se exponen niños y adolescentes de la básica, la secundaria y la media. El periodo 2021- 2030 de simulación se definió similar al horizonte para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Como lo muestra la Tabla 1, la deserción estudiantil se acentúa a medida que se incrementa el porcentaje de virtualidad en las alternativas educativas, v.g. al implementar el 20% de virtualidad en

las actividades académicas, la deserción estudiantil se estabiliza en 254.498 estudiantes, mientras que al llevar todas las actividades a la virtualidad se observa una deserción superior al millón de niños y adolescentes.

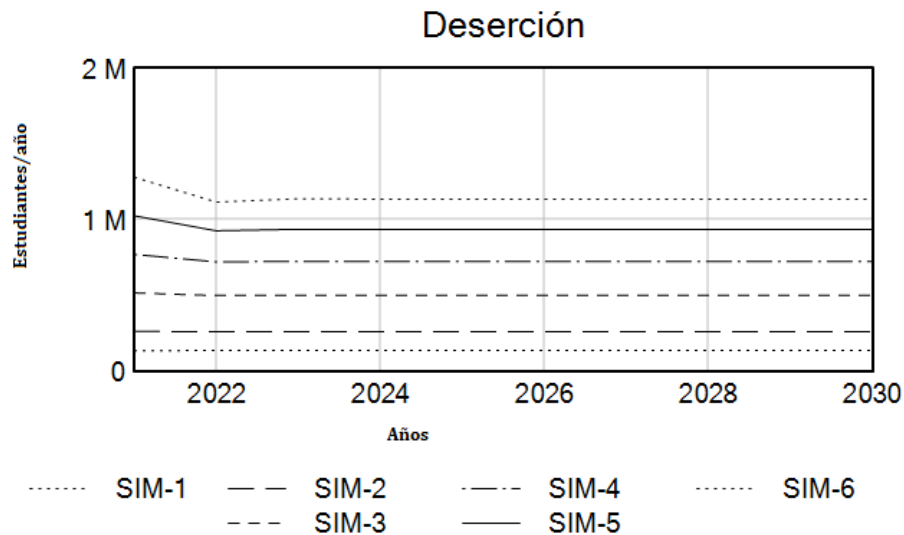
Tabla 1. Simulaciones para la deserción estudiantil en la progresión de la virtualidad

Simulación computacional	Porcentaje de virtualidad en las alternativas educativas	Asíntota horizontal de la deserción estudiantil en número de estudiantes
SIM-2	20%	254.498
SIM-3	40%	493.484
SIM-4	60%	718.335
SIM-5	80%	930.269
SIM-6	100%	1.130.370

Fuente: Elaboración propia con base en **Error! Reference source not found..**

La Figura 8 evidencia la sensibilidad de la población estudiantil que deserta de básica, secundaria y media a los porcentajes de virtualidad, mostrando las asíntotas horizontales (tendencia a largo plazo) del comportamiento de la deserción estudiantil.

Figura 8. Comportamiento de la deserción estudiantil en la progresión de la virtualidad



Fuente: Elaboración propia con base en **Error! Reference source not found..**

3.5 Tercer escenario: Capacitación docente.

En esta ocasión se ejecutaron dos simulaciones computacionales para el parámetro de las horas de capacitación docente como herramienta para la mejora de la práctica docente y la sensibilización hacia la profesión. Es importante recalcar que todos los demás parámetros se dejaron como en el Apéndice 1, es decir, como en el modelo de la SIM-1. El valor inicial para el parámetro de 40 horas de capacitación anual por profesor corresponde al trabajo académico de los profesores que deben hacer en una semana de desarrollo institucional por año (ver Apéndice 1). Las simulaciones SIM-7 y SIM-8 se hicieron con 80 y 120 horas de capacitación anuales por profesor lo que equivale a dos y tres semanas de desarrollo institucional, respectivamente. A largo plazo, la tendencia para la deserción estudiantil es la misma, siendo esta de 129.281 estudiantes. En otras palabras, la deserción no es sensible a la capacitación de los profesores en las condiciones dadas. Es de anotar que no se consideran tiempos mayores, para las simulaciones a las 5 semanas de desarrollo institucional del calendario académico anual previstas en el Decreto No.1075 de 2015 porque corresponderían a diplomados o programas de posgrado que realizan los profesores de forma masiva y este caso no es factible.

IV. Discusión

Durante el confinamiento producto de la pandemia por COVID-19, la revisión sistemática arrojó que un 57,1% de los estudios adelantados sobre determinantes de deserción escolar para los niveles de educación básica y media en Colombia se sitúan en el determinante académico, y al interior de este la variable más citada correspondió a “docentes”, definida en su quehacer, primero como encargados de vincular estudiantes,

profesores y padres de familia al servicio educativo en las condiciones sobrevinientes de aislamiento, distanciamiento físico, sin dejar de lado la desigualdad social, económica y tecnológica, en segundo lugar, señala la escasa preparación personal y profesional de los docentes en herramientas propias de la modalidad propuesta (TIC y TAC), factores que dificultan la prestación de un servicio educativo que transite entre presencia y distancia para tiempos de pandemia y postpandemia.

La segunda de las variables más citadas al interior del determinante académico correspondió a la “matriz curricular”, encargada de llevar una propuesta pedagógica que flexibiliza, recursos, materiales, tiempos y evaluaciones, permitiendo así a los diferentes actores del proceso migrar a modelos híbridos de educación propuestos en el continuum presencia-distancia de esta nueva normalidad.

Con un 28,75% de los documentos hallados, el determinante institucional se convirtió en el segundo más estudiado y en su interior la variable más citada “entorno político” que otrora hacía referencia al contexto del conflicto armado, la violencia y el acuerdo de paz, para el periodo 2020-2021 se resignificó para el contexto de obligatoriedad del estado colombiano en formular e implementar políticas públicas que garanticen la prestación del servicio educativo con accesibilidad, oportunidad, calidad e inclusión, sin dejar de lado las particularidades de los territorios siempre en procura del cierre de brechas entre educación urbana y rural, finalmente para el determinante, la variable “infraestructura” se resignificó cambiando su connotación de física a tecnológica, hecho que implicó integrar los ajustes necesarios para brindar servicios estudiantes que no en su totalidad acceden a dispositivos electrónicos o conectividad, herramientas necesarias para adelantar el proceso académico, y en lo relativo a los docentes, avanzar en la obligatoria digitalización

de la actividad permitiendo apoyos técnicos para sesiones educativas sincrónicas o asincrónicas de trabajo individual o colectivo, que permitan impartir y evaluar una nueva formación a distancia.

Finalmente, el determinante socioeconómico con un 9,52% de los estudios y en su interior la variable “ubicación de la residencia” fue la más citada por la implicación que tuvo para el acceso y conectividad en los sectores de ubicación de las diferentes instituciones educativas (urbanas y rurales).

Al trabajar mediante la progresión de modelos incorporando las variables a la base sentada por Serna y Flores (2015), se encontró que la deserción estudiantil es altamente sensible al porcentaje de virtualidad implementado en las posibilidades educativas ofrecidas a niños y adolescentes en el sistema colombiano y no es sensible al tiempo en horas destinado a capacitación docente que oscila entre las 40 y las 200 horas por año. El reto del componente virtual en la educación no alcanza a ser subsanado con esta dedicación a la sensibilización, mejora y adquisición de habilidades docentes que fomenten competencias en dominio de TIC y TAC, pedagogía y didáctica que afiancen a los estudiantes en la IE y en el sistema mismo. Todo esto sin contar que, en estas semanas, el tiempo debe dedicarse al Proyecto Educativo Institucional, plan de estudios, investigación y actualización pedagógica, evaluación institucional y demás actividades para la prestación del servicio académico.

Es decir que hay un desafío para el marco del sistema colombiano de formación de educadores del MEN diseñado con el fin de proporcionar de manera efectiva, las herramientas pedagógicas necesarias para hacer frente a la prestación del servicio teniendo en cuenta capacidades y necesidades de los estudiantes para que ellos

aprendan más y mejor y desarrollen competencias para la vida (Ministerio de Educación Nacional, 2021).

El 100% de virtualidad tiene la deserción más alta de las simulaciones implicando que posiblemente se repite el caso en el que los estudiantes están bajo la dirección académica de padres o cuidadores, desarrollando actividades y guías que los profesores han dejado en fotocopias, enviado por plataformas o por correo electrónico. En este extremo los estudiantes, que son niños o adolescentes, no tienen contacto académico presencial alguno con su profesor o con sus compañeros, lo que aunado a la desigualdad educativa territorial persistente en Colombia (Herrera, 2021) desencadena el abandono escolar masivo que de por sí es agudo ya que “de cada 100 estudiantes que ingresan a grado 5, solo 55 logran llegar a grado 11” (García y Maldonado, 2020, p. 6), en complemento, de cada 100 estudiantes que comienzan en sexto, 64 terminan undécimo (Saavedra y Forero, 2019), lo que equivale a terminar toda la educación básica completa. Menores porcentajes de virtualidad tienen deserciones más bajas en las simulaciones lo que podría ser adaptado si se presentan nuevos periodos de confinamiento u otros picos de contagio mediante alternativas o combinación de ellas que no dejen fuera ningún niño o adolescente (García, 2021). En cualquiera de los casos, las actitudes de los profesores son elementos diferenciadores en cuanto a la educación inclusiva (Rodríguez et al., 2021) y al entendimiento de los contextos en los que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje (Herrera, 2021). Más aún, la situación social por la que ha atravesado Colombia en 2020 y 2021 relacionadas con la pandemia y en 2021 intensificada por aspectos de orden público apuntan al aumento de los índices de pobreza y de afectaciones de salud física y mental, cuyo tratamiento deberá englobar

propuestas educativas que reconozcan estas carencias y trabajen en fortalecer la educación como un proyecto de vida saludable, mental, física, económica y socialmente.

V. Conclusiones

Con la ejecución de las dos fases de la metodología de investigación, se alcanzó el objetivo de simular el comportamiento de la deserción escolar en preescolar, básica y media en Colombia tras la COVID-19. Al simular el comportamiento de las variables principales mediante la técnica de dinámica de sistemas en las alternativas educativas propuestas para el servicio en el continuum presencia-distancia, se obtuvo como resultado que a una mayor proporción de virtualidad (aumentado a razón de 20% en cada simulación), dadas las circunstancias de infraestructura tecnológica y capacitación en TIC y TAC para docentes y estudiantes, la deserción aumentó. A su vez, al intentar mitigar la deserción aumentando las horas de capacitación a docentes dentro de lo establecido en las políticas educativas del plan anual mínimo para profesores, las simulaciones mostraron la insensibilidad de la deserción. Por esto resulta insuficiente la sola capacitación a uno de los actores del proceso educativo, siendo necesario emprender acciones conjuntas en varios frentes de tal forma que se propicie el acceso a elementos mínimos TIC y conectividad para estos.

La capacitación docente para las destrezas, habilidades y apropiación tecnológica sostenida en el tiempo mejora las competencias docentes recomendadas por la Unesco. Recomendación que deberá ser adoptada a cabalidad por Colombia en todas sus etapas para atender las particularidades educativas propuestas por la realidad de presencia-distancia para la educación. El continuum presencia-distancia obliga a la conectividad

sin admitir aplazamiento y que hace parte del ejercicio del derecho a la educación de niños, niñas y adolescentes a nivel mundial.

La investigación educativa apoya al decisor de políticas públicas en la formulación de soluciones con efectos y alcances permitiendo verificar su dinámica para ejecutar, ajustar o realizar acciones con beneficio para la comunidad. No obstante, una investigación como la presente tiene limitaciones en lo que respecta a la demora en la publicación de hallazgos en estudios de investigación (contemplando los tiempos del proceso editorial que conlleva la publicación de artículos con datos de un año o más de antigüedad). Otra limitación es la ausencia de datos de caracterización de las instituciones educativas y de los estudiantes lo correspondiente a disponibilidad y acceso a elementos TIC. Datos muy ajustados a la realidad posibilitan la verificación del estado real, hecho que se constituye en una ventana de oportunidad para la investigación formal y la generación de conocimiento que beneficie a todos los actores del proceso educativo.

Contribución de autoría

Sandra Patricia Barragán Moreno: Concepción y diseño, Desarrollo y supervisión de la investigación, Redacción y revisión del artículo.

Oscar Leonardo Lozano Galindo: Desarrollo y supervisión de la investigación, Metodología, Análisis e interpretación de datos, Redacción y revisión del artículo.

Ambos autores contribuyeron con la revisión, lectura y aprobación de la versión sometida.

Declaración de no conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener conflicto de intereses en relación con autoría del escrito, conocimiento o pertenencia al comité editorial de la revista, acceso o uso de recursos económicos para la financiación del estudio provenientes de esta o actividades ilícitas, así como cualquier otro tipo de interés que esté en contra de las políticas de publicación de esta editorial.

Referencias

Arias-Velandia, N., Rincón-Báez, W. U. y Cruz-Pulido, J. M. (2021). Diferencia de logro geolocalizado en educación presencial y a distancia en Colombia. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23, e18, 1-22. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e18.3711>

Avendaño, W., Hernández, C. y Prada, R. (2021). Uso de las tecnologías de información y comunicación como valor pedagógico en tiempo de crisis. *Revista Historia de la educación Latinoamericana*, 23(36). <https://doi.org/10.19053/01227238.11619>

Barragán, S. (2015). *La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano en el camino de la retención estudiantil: más cerca de la reducción del abandono estudiantil en la Tadeo.* Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Barragán-Moreno, S. y Lozano-Galindo, O. (2022). Explanatory variables of dropout in Colombian public education: Evolution limited to coronavirus disease. *European Journal of Educational Research*, 11(1), 287-304. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.287>

Bianchi, C. y Salazar, R. (2022). A feedback view of behavioural distortions from perceived public service gaps at 'street-level' policy implementation: The case of unintended outcomes in public schools. *Systems Research and Behavioral Science*, 39(1), 63–84. <https://doi.org/10.1002/sres.2771>

Bala, B.K., Arshad, F.M. y Noh, K.M. (2017). System Dynamics Modelling and Simulation. In: *System Dynamics. Springer Texts in Business and Economics* (pp. 15-35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2045-2_2

Decreto No.1075 (mayo 26 de 2015) por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector educación. Congreso de la República de Colombia,. <https://bit.ly/3QD6ZOj>

Díaz Barriga, F. y Barrón, M. C. (2022). Desafíos del currículo en tiempo de pandemia: innovación disruptiva y tecnologías para la inclusión y justicia social. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 24, e10 1-12. <https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e10.4500>

Díaz-Piñeres, A., Bravo-Rueda, C. y Sierra, G. (2020). Educación inclusiva en contexto: reflexiones sobre la implementación del Decreto 1421 de 2017. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 22(34), 265-290. <https://doi.org/10.19053/01227238.9823>

Elacqua, G., Sánchez, F. y Santos, H. (2020). School reorganization reforms: the case of multi-site schools in Colombia. *School Effectiveness and School Improvement*, 32(1), 141-172. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1797830>

Findeter. (octubre, 2021). *Estudio del Sector Educativo Colombiano.* <https://bit.ly/3PWYQre>

García, L. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 9-32. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28080>

García, S. y Maldonado, D. (2020). Universalización de la educación media de calidad: el reto sigue para llegar a ser "Colombia la mejor educada". *Tribuna: revista de asuntos públicos*, (13), 4-8. <http://hdl.handle.net/1992/7526>

Guevara, A. (2020). Evaluación de los aprendizajes en tiempos de COVID-19, el caso del estado de Chihuahua. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23, e17, 1-16. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e17.4335>

Herrera, D. (2021). El modelo de la alternancia y la desigualdad educativa territorial en la educación en Colombia. *Revista internacional de pedagogía e innovación educativa*, 1(2), 61-86. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i2.38>

Iqbal, S., Azevedo, J., Geven, k., Hasan, A. y Patrinos, H. (2020, 13 de abril). We should avoid flattening the curve in education – Possible scenarios for learning loss during the school lockdowns. *World Bank Blog: Education for Global Development*. <https://bit.ly/3GWKUXZ>

Latorre, E., Castro, K. y Potes, I. (2018). *Las TIC, las TAC y las TEP: innovación educativa en la era conceptual*. Universidad Sergio Arboleda. <https://bit.ly/3QzAWyW>

Maroscia, C. y Ruiz, P. (2021). Las organizaciones de la sociedad civil en época de pandemia. Reflexiones hacia una nueva normalidad: ¿Nuevos desafíos o mismas realidades? *Ciencias Administrativas*, (17), 97-107. <https://doi.org/10.24215/23143738e079>

Martínez, D., Serna, J. y Arrubla, J. (2020). Educación rural y dispositivo evaluación en tiempos de 'COVID-19': Voces de profesores de matemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 13(1), 86-103. <https://doi.org/10.22267/relatem.20131.43>

Mauris, L. y Domínguez, B. (2022). Los efectos de la crisis sanitaria del Covid-19 en la educación rural de Colombia. *Panorama*, 16(30), 1-21. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3023>

Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana*. <https://bit.ly/2NEAT3m>

Ministerio de Educación Nacional. (2021, 23 de Junio). *Sistema colombiano de formación de educadores*. <https://bit.ly/3GAowIP>

Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>

Osiobe, E. (2020). Understanding Latin America's educational orientations: evidence from 14 nations. *Education Quarterly Reviews*, 3(2), 249-260. <https://ssrn.com/abstract=3620652>

Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., ...Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(89). <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>

Pérez, A. (2022). Educación, desigualdad sociodigital en pandemia. *El Cotidiano*, 233, 69-76. <https://bit.ly/3eKErUB>

Ramírez, G. y Hernández, S. (febrero, 01 de 2021). Una mirada a la educación preescolar desde la diversidad en pandemia Covid-19 y sus afectaciones. [Ponencia]. CAU. Cúcuta, Colombia. <https://bit.ly/3QvnlmE>

Reimers, F. y Schleicher A. (2020). *Un Marco para Guiar una Respuesta Educativa a la Pandemia del COVID-19*. <https://bit.ly/3vk95sQ>

Rodríguez, A., Gallego, J., Navarro, A. y Caurcel, M. (2021). Perspectivas actitudinales de docentes en ejercicio y en formación hacia la educación inclusiva. *Psicoperspectivas*, 20(1), 1-13. <https://dx.doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol20-issue1-fulltext-1892>

Rodríguez-Lizarralde, C., López-Villamil, S. y Barrera-García, A. (2022). Inclusión educativa en pandemia: interseccionalidad y situación de menores venezolanos en Bogotá. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 20(2), 1-27. <https://dx.doi.org/10.11600/rlcsnj.20.2.5123>

Saavedra, V. y Forero, D. (2019). *Los 10 pasos para ser Colombia la mejor educada en 2025*. <https://bit.ly/3vV29Ta>

Sanabria, L., Pérez, M. y Riascos, L. (2020). Pruebas de Evaluación Saber Y PISA en la Educación Obligatoria de Colombia. *Education Siglo XXI*, 38(3), 231-254. <http://dx.doi.org/10.6018/educatio.452891>

Sánchez, P., Saavedra, C. y Figueroa, C. (2020). Efectos de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación en Colombia. *Revista Espacios*, 41(48), 303-313. <https://bit.ly/3CFLXJc>

Senge, P. (2010). *La Quinta Disciplina* (2ª. Ed., décima reimpresión). Granica.

Sañudo, L. (2022). Del abandono a la permanencia escolar en secundaria. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 26(1), 213- 233. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v26i1.13535>

Serna, R. y Flores, Z. (2015, 22 de Julio). *Modelación Dinámica del efecto de las políticas del gobierno que se implementaron para la educación en Perú desde 1990 hasta 2010*. 13th LACCEI Annual International Conference: "Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?", Santo Domingo, Dominican Republic. <https://bit.ly/3lGEKwe>

Tinto, V. (1993). *Leaving college. Rethinking the causes and cures of student attrition* (Second edition ed.). University Chicago Press.

United Nations. (2020, Agosto). *Policy Brief: Education during COVID-19 and beyond*. <https://bit.ly/3Xoa0Eg>

Williams, B. y Hummelbruner, R. (2011). *Systems concepts in action*. Stanford University Press.

World Bank. (2021, Abril). *Global Economic Prospects*. <https://bit.ly/3ZtFOJE>

Apéndice 1. Descripción Variables del modelo

Variable	Ecuación que la define	Unidades	Interpretación	Fuente de información
Actividades del estudiante	Estudiantes d * Actividades	Actividades	Trabajos en aula	Serna, R., y Flores, Z. (2015)
Actividades -estudiante	4	Actividades /Estudiante	Mínimo año	Parámetro investigación
Deserción	Estudiantes de la IE*Tasa de deserción* Porcentaje de virtualidad en las posibilidades educativas- Efecto de los nacionales municipales	Estudiantes /Year	Estudiantes que abandonan	http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/planeacion-basica/76
Discrepancia docentes capacitados	Necesidad de docentes capacitados	Docentes	Docentes capacitar en TIC	https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/educacion/bol_EDUC_19.pdf

	s-Docentes capacitados			
Docentes capacitados	INTEG (Capacitar docentes, 280.891)	Docentes	Docentes formados	https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36665.html
Resultados nacionales	IF THEN ELSE (Resultados nacionales en educación < 55, 0, 0,0001)		Afectación	https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193560/Guia%20de%20interpretacion%20y%20uso%20de%20resultados%20del%20examen%20saber%2011%202016%20-%20entidades%20territoriales.pdf
Mejora conectividad	0.3		Afectación	Parámetro investigación
Variables individuales	0.11		Afectación	Parámetro investigación
Variables institucionales	0.25		Afectación	Parámetro investigación
Variables socioeconómicas	0.22		Afectación	Parámetro investigación
Estructura matriz curricular	$Docentes\ ca\ * Tasa\ de\ hal\ * (1 + Porcentaje)$		Tasa habilidades docentes	https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9560/DTSERU%20276.pdf
Estudiantes IE	INTEG (Nuevos – Graduación, – Deserción, + 06)	Estudiantes	Matrícula año	http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/planeacion-basica/sector
Graduación	$Estudiantes\ * Tasa\ de\ gra$	Estudiantes /Year	Graduandos	http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/planeacion-basica/tasa-de-repitencia
Horas capacitación	260	hours/Year	año	Parámetro investigación
Incremento de resultados	$Nivel\ de\ ada,\ * Actividad,\ * Tasa\ de\ cor$	Puntos/Year	Puntos para	https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193560/Guia%20interpretacion%20us

			ascender ICFES	o%20resultados%20saber%202011%20-%20establecimientos%20educativos-2017.pdf ;
Necesidad docentes capacitados	$0.7 + (0.1 + \text{Porcentaje})$	Docentes	Docentes a capacitar	Variable definida
Adaptación a posibilidades educativas	1 – (Efecto de + Efecto de + Efecto de + Efecto de		Efecto de no acciones	Variable definida
Nuevos estudiantes	<i>Población es</i> * <i>Tasa de ma</i>	Estudiantes /Year	Nueva matrícula	Variable definida
Planta docente	<i>Razón docen</i> / <i>estudiantes</i> * <i>Estudiante</i> .	Docentes	Docentes Sistema	https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/educacion/bol_EDUC_19.pdf
Población potencial	8.613.646	Estudiantes		https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/proyecciones-nivel-nacional-departamental-por-sexo-y-edades-simples-hasta-80-anos-y-mas.xls
Porcentaje de virtualidad posibilidades educativas	0,1	[0,1]		Parámetro investigación
Razón docente/estudiantes	$\frac{1}{32}$	Docentes/E estudiantes	Estudiantes / docente	https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6405
Resultados prueba gubernamental	INTEG (Incremento en los resultados* Estructura de la matriz curricular, 252)	Puntos	Resultados prueba saber	https://www.icfes.gov.co/documents/20143/2211695/Informe+nacional+de+resultados+Saber+11+2020.pdf
Resultados nacionales	Resultados en prueba	Puntos	Puntos por capacidades iniciales	https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Te

	$\frac{\text{gubernamental}^{0.25}}{3}$			territorial/MDM/Resultados_MDM_2017.pdf
Tasa de competencias aprendizaje	0,94	Dmnl		Parámetro investigación
Tasa deserción	0,1579	1/Year	Anual	http://bi.mineduccion.gov.co:8380/eportal/web/planeacion-basica/76
Tasa graduación	0,9731	1/Year		
Tasa habilidades docentes	0,3	Aprendizaje [0,1]		Parámetro investigación
Tasa matriculados	0,97	Estudiantes	Anual	http://bi.mineduccion.gov.co:8380/eportal/web/planeacion-basica/tasa-de-repitencia

Contribución de cada autor

Sandra Patricia Barragán Moreno y Oscar Leonardo Lozano Galindo contribuyeron en la conceptualización y diseño del estudio. Ambos supervisaron el Desarrollo de la investigación y la elaboración del manuscrito. Contribuyeron con la revisión, lectura y aprobación de la versión sometida.

Declaración de no conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener conflicto de intereses en relación con autoría del escrito, conocimiento o pertenencia al comité editorial de la revista, acceso o uso de recursos económicos para la financiación del estudio provenientes de esta o actividades ilícitas, así como cualquier otro tipo de interés que esté en contra de las políticas de publicación de esta editorial.

Fuente de financiamiento

No existe fuente de financiamiento para este artículo