

# DISEÑO DE UN MODELO BAJO EL ENFOQUE DE DINÁMICA DE SISTEMAS PARA ESTUDIAR COMPORTAMIENTO DE LA DINÁMICA SOCIOECONÓMICA BASADA EN LA ATENCIÓN DE PRIMERA INFANCIA, INFANCIA Y ADOLESCENCIA

Délany Ramírez-del Rio<sup>1</sup> , José Adalberto Soto-Mejía<sup>2</sup> y Rafael Ricardo Rentería-Ramos<sup>3</sup>  
Facultad de Ingeniería Industrial – Universidad Tecnológica de Pereira- Colombia

## ABSTRACT

In this article we present the design of a model in dynamic systems for studying the socio-economic and sociodemographic characteristics of the population belonging to the early childhood (population between 0 to 5 years of age), children and adolescents in the city of Pereira, Colombia. The model allows to design programs and/or policies of care provided to the population-early childhood according to the patterns of vulnerability and future risks that are obtained with it. The structure of the model is based on a hybrid approach, and some socioeconomic components that are characteristic of the selected location and that have a large stake in the future of the population dynamics of this group. The results obtained from the simulation of the model were able to identify the main variables on which work is to be done, as well as the convergence of the same. In addition to these aspects, was able to build prospective analyzes that enable to consolidate a series of present actions to mitigate some evident future problem.

**KEYWORDS:** Dynamic systems, socioeconomic dynamic, early childhood.

**MSC:** 62P15

## RESUMEN

En este artículo se presenta el diseño de un modelo en dinámica de sistemas para estudiar las características socioeconómicas y sociodemográficas de la población perteneciente a la primera infancia (población entre 0-5 años de edad), infancia y adolescencia en la ciudad de Pereira, Colombia. El modelo permite diseñar programas y/o políticas de atención a la población-primera infancia de acuerdo a los patrones de vulnerabilidad y riesgo futuros que se obtienen con el mismo. La estructura del modelo está basada en un enfoque híbrido, y algunos componentes socioeconómicos que son característicos del lugar seleccionado y que tienen una gran participación en el devenir de la dinámica poblacional de este grupo. Los resultados obtenidos de la simulación del modelo lograron identificar las principales variables sobre las cuales se debe realizar la intervención, como también la convergencia de las mismas. Además de estos aspectos, se logró edificar análisis prospectivos que permiten consolidar una serie de acciones presentes para mitigar algunas evidentes problemáticas futuras.

**PALABRAS CLAVE:** Sistemas dinámicos, dinámica socioeconómica, niñez temprana

## 1. INTRODUCCIÓN:

El ciclo vital del ser humano comprendido entre el nacimiento y los cinco años de edad conocido como la primera infancia es uno de las instancias más importantes para el desarrollo del ser humano. Esta hipótesis es consecuente con algunos estudios empíricos provenientes de diferentes disciplinas que demuestran un alto factor de aprehensión físico, social, emocional y cognitivo (Bernal, 2012).

En ese mismo sentido, también se pueden mencionar los estudios de Educación Compensatorio (López López, 2006), La política de primera infancia en el contexto de la equidad y movilidad social en Colombia (Bernal, 2012), The Case for Investing in Disadvantaged Young Children (Heckman, 2008) quienes han defendido que el mayor desarrollo del cerebro ocurre durante los tres primeros años de vida, donde resaltan el

<sup>1</sup> delram@utp.edu.co.

<sup>2</sup> jomejia@utp.edu.co.

<sup>3</sup> rafael.renteria@utp.edu.co.

papel de los genes, el entorno de crecimiento, nutrición, salud, protección y las interacciones humanas que experimenta el niño. De forma paralela se están desarrollando habilidades para pensar, hablar, aprender y razonar, con un gran impacto sobre el aprendizaje y el comportamiento presente y futuro. La atención, cuidado y educación en la primera infancia es concebida entonces como una estrategia para disminuir la vulnerabilidad propia de los niños que viven en contextos de pobreza y ayuda a nivelar algunas diferencias socioeconómicas que se presentan en el país.

En el caso de Colombia, como posible consecuencia de la no atención con calidad a la primera infancia encontramos estadísticas sobre algunas situaciones problemáticas asociadas, por ejemplo el 79,4% de la población en prisión pertenece a estratos menos favorecidos (I, II y III para el caso colombiano), como también entre 2006 y 2014 se duplicó la cantidad de presos en Colombia<sup>4</sup>, en cuanto al tema de drogadicción, 1 de cada 2 consumidores recientes de marihuana entran en situación de dependencia a esta sustancia<sup>5</sup>.

En cuanto a la cobertura de la atención a la primera infancia, específicamente en las tres capitales del Eje Cafetero<sup>6</sup>, más del 50% de los niños entre los 0 y los 5 años no acceden ninguna modalidad de atención integral en la primera infancia. Al mismo tiempo, el Gobierno Nacional ha iniciado la construcción y operación de Centros de Desarrollo Infantil (CDI) para la primera infancia, con altos estándares de calidad, pero que requieren aumentar su cobertura en estas ciudades y que además necesitan ser complementados con estrategias como la alimentación balanceada, diagnóstico sensorial, bilingüismo, pensamiento científico y creativo, cualificación de los agentes educativos, acompañamiento a las familias, entre otros; para así estar a la altura de los retos que implican formar ciudadanos competitivos en el ámbito global.

Con el fin de estudiar los efectos de la cobertura con calidad en las problemáticas mencionadas, en esta investigación se diseñó un modelo dinámica de sistemas bajo un enfoque híbrido del modelo aplicado en la escuela preescolar Perry por la fundación de investigación en educación Highscope (Schweinhart, Benefits, Costs, and Explanation of the HighScope Perry Preschool Program, 2003), análisis y estadísticas socioeconómicas y sociodemográficas de la ciudad de Pereira (Pereira es una de las tres ciudades capitales de los departamentos que conforman el Eje Cafetero), obtenidos de diferentes sistema de información oficiales de instituciones del país como el Departamento Nacional de Estadística, el Ministerio de Educación Nacional, entre otros mencionados más adelante. A través de la simulación del modelo propuesto se obtuvieron patrones e incidencias en la dinámica social de la ciudad de Pereira y con ello establecer factores de cambio acordes con la endogénesis de la problemática.

El presente artículo está compuesto de cuatro secciones. En la primera se presenta los fundamentos y las características del modelo de evaluación del ciclo vital del sistema educativo Colombiano, teniendo en cuenta la intervención realizada por Highscope en la escuela preescolar Perry, como también su articulación con algunas de variables del contexto de la ciudad de Pereira. En la segunda, se presenta el análisis de causalidad de las variables del modelo, con el objeto de inferir su influencia en la dinámica social al interior de la ciudad. En la tercera, se presenta el arquetipo del modelo con sus correspondientes diagramas de Forrester (representaciones gráficas de relaciones causales utilizadas en el modelamiento bajo Dinámica de Sistemas), y la caracterización de los ciclos del sistema. Finalmente, en la cuarta sección, se presenta una discusión de los resultados de las simulaciones y se generan una serie de recomendaciones acordes a la dinámica social encontradas en el modelo.

## **2 FUNDAMENTACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE PRIMERA INFANCIA, INFANCIA Y ADOLESCENCIA.**

Desde diferentes disciplinas se han realizado estudios que demuestran que los años de la primera infancia son fundamentales para el desarrollo físico, social, emocional y cognitivo. Entre ellos encontramos el análisis de la educación compensatoria (López López, 2006) que relaciona estudios realizado en la escuela preescolar de Perry iniciado en 1962 con un horizonte de 40 años, como también el estudio de efectos intergeneracionales a largo plazo del preescolar (Heckman J. , 2013), en el cual se analizan el impacto de invertir en niños vulnerables. El mayor desarrollo del cerebro ocurre durante los tres primeros años de vida, el cual depende de los genes, pero también del entorno en el que el niño crece, de la nutrición, la salud, la protección que recibe y de las interacciones humanas que experimenta. Igualmente se desarrollan las habilidades para pensar, hablar,

<sup>4</sup> Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario – INPEC, 2014.

<sup>5</sup> Ministerio del Interior y de Justicia, Ministerio de la Protección Social y Dirección Nacional de Estupefacientes. 2014.

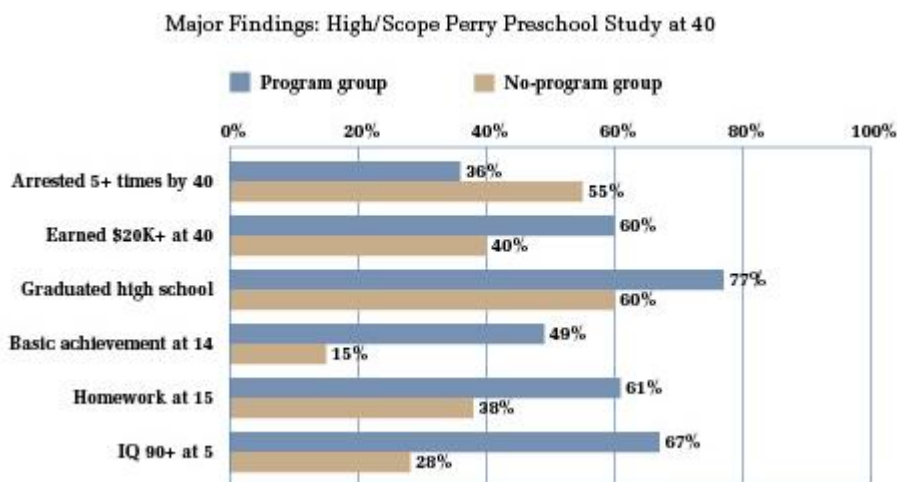
<sup>6</sup> El Eje Cafetero, también llamado Triángulo del Café es una región topográfica de Colombia, comprendida en su extensión por los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, la región nor-oriental del departamento de Valle del Cauca, toda la región del suroeste de Antioquia y el nor-occidente del Tolima. Fuente: [www.colombia.com](http://www.colombia.com)

aprender y razonar, con un gran impacto sobre el aprendizaje y el comportamiento presente y futuro (Bernal, 2012). La atención, cuidado y educación a la primera infancia es concebida entonces como una estrategia para disminuir la vulnerabilidad propia de los niños que viven en contextos de pobreza y ayuda a nivelar algunas diferencias económicas y sociales que se presentan en el país.

## 2.1 Aproximación desde el enfoque del “Perry Preschool”

En el año 1962, se inició el “Perry Preschool Study” (Parks, 2000), (Schweinhart, Benefits, Costs, and Explanation of the HighScope Perry Preschool Program, 2003), en el cual se realizó una intervención en la escuela preescolar, permitiendo medir y seguir a niños hasta una edad mayor (40 años), con una pérdida de la muestra cercano al 6%. El estudio tenía el interés de verificar si las intervenciones en edades tempranas tenían efecto en el largo plazo, para ello se tomó una población objeto de observación de 123 niños afroamericanos de entre 3 y 4 años, y se dividieron en dos grupos (factual y contrafactual), el grupo a intervenir conformado por 58 niños y un segundo grupo de control conformado por los 65 restantes. *“Los niños del grupo experimental recibieron atención y clase inspirándose en el pro-grama preescolar High/Scope, de inspiración piagetiana, es decir, orientado al desarrollo de las capacidades cognitivas. En dicho pro-grama se impartían clases diariamente, en las cuales se potenciaban actividades de aprendizaje planificadas para el niño, a la vez que se realizaban visitas a las familias en el hogar. Las actividades de aprendizaje pre-tendían potenciar el desarrollo de la representación creativa, del lenguaje y alfabetización, de las relaciones sociales e iniciativa personal, del movimiento, de la música, la clasificación, seriación, los números, el espacio y el tiempo”* (López López, 2006).

Con base en el seguimiento a esta población, a lo largo de varias décadas, se capturó información de los individuos con respecto a su desempeño académico, su nivel de ingresos en la etapa productiva, como también la asociación con problemas sociales como por ejemplo la delincuencia (Figura 1). La población intervenida en el estudio de Perry tuvo mayor rendimiento en el sistema educativo, adicionalmente, un 20% más de la población tuvo mayores ingresos en su etapa productiva, como también menos proporción de estos fueron arrestado durante el transcurso de los 40 años estudiados.



**Figura 1.** Hallazgos generales del High/Scope Perry Preschool study a 40 años [17]

El “Perry preschool study” (Schweinhart, y otros, 2005) marcó un descubrimiento muy importante de como la intervención temprana tiene efectos de largo plazo en sus beneficiarios, señalando de este modo el camino que deben tomar una sociedad en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

En el contexto Colombiano, el futuro del país está determinado en la calidad de sus colegios y en la formación de la primera infancia (0 – 5 años). La solución a los problemas de baja calidad y desigualdad en la educación básica y media es una debilidad estructural la sociedad que reviste la mayor gravedad. Es por ésta razón que la transformación del país debe iniciar con la transformación desde la primera infancia.

En este sentido, se visualiza como problema de real importancia el bajo desarrollo de destrezas y capacidades suficientes para tener éxito profesional desde la primera infancia y la existencia de una baja cobertura en atención de calidad a la misma, debido a la carencia de una formación de acuerdo a las exigencia del contexto

como son los temas del bilingüismo y el pensamiento científico y creativo, situación que se expondrá en la siguiente sección.

Por otro parte, existen otras causas, como el bajo compromiso y expectativas de las familias en la escolarización de los niños menores de 6 años, infraestructura de calidad insuficiente, deficiencias en la salud sensorial, agentes educativos con poca formación, también fuente del problema.

## **2.2 Caracterización de la situación en primera infancia, infancia y adolescencia en la ciudad de Pereira**

En el caso de la ciudad de Pereira (Colombia), algunas estadísticas de cobertura y cifras de impacto de los costos sociales que representan el actual modelo de atención a la primera infancia para el municipio de Pereira muestran un escenario poco alentador, en general existe baja cobertura de la población objetivo, y aquella población cubierta posee condiciones de calidad susceptibles de mejorarse.

Según proyecciones del Departamento Nacional de Estadística - DANE (2014) para el municipio de Pereira, la población 0 - 5 años era de 41.121 niños, de estos aproximadamente el 14,08% son estrato I (5.789 niños) y 22,78% son estrato II (9.367 niños), para una demanda total estimada de atención en primera infancia y formación inicial: 15.156 niños en estratos menos favorecidos. En términos de cobertura, la ciudad de Pereira tiene formalmente 6 Centros de Desarrollo Infantil (en adelante CDI) operados por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF, de estos 2 completamente nuevos y los demás fueron adecuados de hogares infantiles tradicionales con una cobertura de 1.096 niños, además, 7 hogares infantiles con 696 niños. En estas instituciones los niños reciben formación inicial y complemento nutricional. El *valor agregado* de los CDI es el acompañamiento pedagógico y el personal cualificado con que cuentan. Lo anterior configura una oferta total de formación inicial de 1.792 niños. En este sentido, la cobertura del ICBF en formación inicial por medio de los CDI y los hogares infantiles para los estratos I y II es de aproximadamente el 11,8%.

Otros 8.182 niños son cubiertos por otras modalidades, como las madres comunitarias (395 madres comunitarias que atienden a 5.563 niños cubren el 68% de estos y otras más simples no institucionales que no incluyen formación inicial cubren el restante 32%). Además están los niños que desde los 3 años cubre la Secretaría de Educación (programa infantes a la escuela), pero en condiciones muy diferentes a los CDI y los niños que cubren los jardines infantiles privados (servicios especialmente utilizados por el estrato III en adelante). Todo esto configura una cobertura promedio de atención pública y privada a la primera infancia alrededor del 29%.

## **3. ANÁLISIS DE CAUSALIDAD CON RESPECTO A LA DINÁMICA SOCIOECONÓMICA**

Retomando las ideas planteadas por el profesor Heckman y el estudio de High/scope “Perry Preschool Program” (Schweinhart, y otros, 2005), se puede establecer que existe una relación causal entre las condiciones de formación en los niños y su desempeño en el largo plazo. En este sentido sobresalen algunos trabajos como [Sen (1985;1987;1993)], quien establece estudios entre la causalidad de la bienestar y aspectos socioeconómicos es necesario de incorporar los conceptos capacidades y funcionamientos (Glewwe y Kremer, 2006), (Zhang, 2014), (Watanabe, 2014) (Migoya, 2008), (PHILLIPS, 2000) . Puesto que suplir las necesidades básicas no son suficientes para garantizar a las personas la posibilidad de seleccionar su bienestar, si los funcionamientos o funcionalidades que éste puede hacer con ellas no genera una realimentación que permita el ruptura de círculos negativo (en términos del deterioro socioeconómico) y el surgimiento o continuidad del positivo (Méndez, J. y Cuestas, L., 2006), (Santos, 2014), (Azadaris et al., 2005), como también el incremento de variables antagónicas del contexto como la drogadicción, violencia, tráfico de estupefacientes entre otros.

En ese sentido, la causalidad de estas variables propicia la creación de círculos virtuosos o viciosos. Es decir, una persona que tenga mejores condiciones en su primera infancia, desarrolla competencias que generan mayores probabilidades de tener éxito en su vida, lo que a su vez creará una condición positiva con mayor probabilidad de mantenerse en generaciones futuras. Por el contrario, si las condiciones de la primera infancia no son adecuadas, existe mayor probabilidad de caer en situaciones adversas, que marcan el desarrollo del individuo y su familia, con menos acceso a recursos (tanto económicos como de otro tipo) configurando de este modo una trampa de pobreza.

El municipio de Pereira ha venido posicionándose a nivel país como una de las ciudades con mayor tasa de desempleo (según el DANE Pereira a Octubre de 2015 poseía una tasa de desempleo del 10,1% en contraste con la del 9,5% del total nacional), como también en el último estudio nacional de consumo de sustancias psicoactivas Risaralda ocupa el segundo lugar a nivel Nacional de abuso o dependencia de marihuana, solo

superado por el vecino departamento del Quindío (Ministerio de Justicia y del Derecho, Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito, 2014). Por otra parte para el año 2015 los centros penitenciarios de Pereira contaban con una sobrepoblación (hacinamiento) del 121,2% (Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario - INPEC, 2015). Estos indicadores poco alentadores, que han venido agravándose con el tiempo muestran que se requiere una reconfiguración de las condiciones del territorio, tarea que debe ser planteada a largo plazo e iniciando desde la primera infancia.

Se plantea de este modo una intervención en edad temprana, para desarrollar competencias y habilidades diferentes que mejoren el logro académico de la población, situación que debería afectar positivamente el desarrollo económico del territorio y a su vez atenuar las condiciones sociales adversas. Sin embargo, este tipo de intervención requiere una inversión fuerte, para lo cual se necesita compromiso desde la política pública para su ejecución. De este modo, esta investigación a través de las relaciones de causalidad determinadas por el contexto colombiano, y teniendo en cuenta los estudios descritos en la sección 2 determinan y cuantifican los impactos de este tipo de intervenciones, como insumo técnico para la toma de decisiones relacionadas con la política pública local y regional.

#### 4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

El modelo de simulación propuesto e implementado, permite entender el impacto de intervenir a la población en la primera infancia en el ciclo vital de las personas ya adultas y a partir de las salidas del modelo estimar los efectos socioeconómicos en la población.

El primer sub-modelo diseñado permite integrar las variables asociadas al tema de educación (como son tasas de deserción y de absorción) con la población, en este caso estudiantes que entran al sistema educativo. Las salidas de este sub-modelo caracterizan el nivel de formación alcanzado por la población luego de terminar su paso por el sistema educativo. Este sub-modelo se denominará de aquí en adelante "**sub-modelo de población**".

El segundo sub-modelo que se diseñó e implementó fue el **económico**, el cual estima el impacto socio-económico socio de las salidas del sub-modelo de población. El sub-modelo económico tiene en cuenta información secundaria, como el nivel de remuneración y las tasas de desempleo de los individuos intervenidos en el sistema educativo, según su nivel de formación. Las salidas de este sub-modulo económico están asociadas con la estimación de los recursos financieros que retornan al estado a través de impuestos, aportes al sistema de salud contributivo, y por otro lado con la carga fiscal que significa para el estado atender, por medio de subsidios, a las personas que no alcanzas ciertas condiciones (nivel educativo y/o condiciones económicas mínimas).

El tercer sub-modelo implementado está relacionado con los problemas **sociales**, de aquí en adelante denominado "sub-modelo de problemas sociales". Este sub- modelo estima la asociación que existe entre el nivel educativo de las personas con fenómenos sociales tales como la drogadicción y la delincuencia, los cuales a su vez tienen unos costos asociados a procesos de rehabilitación y su potencial paso por el sistema penitenciario.

En la Figura 2 siguiente, se presenta el engranaje de los tres sub-modelos que constituyen el modelo de cualificación de la atención en la primera infancia

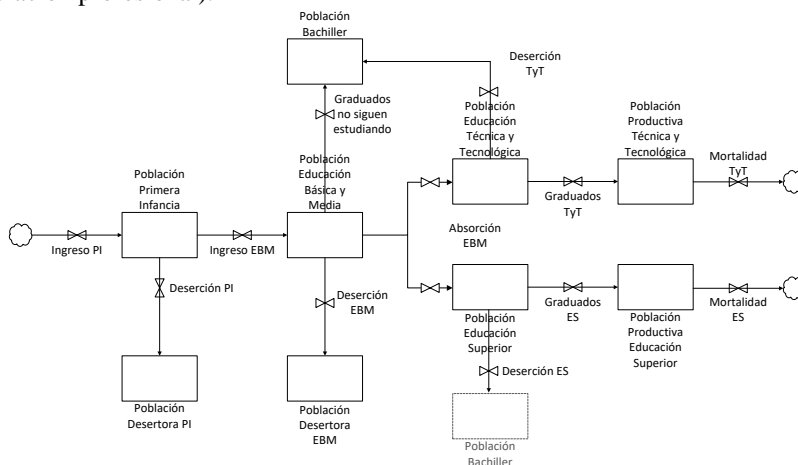


**Figura 2** Submodelos del modelo de cualificación en la primera infancia

Fuente: Los autores/elaboración propia

##### 4.1 Sub-modelo de población.

Este sub-modelo configura el tránsito de la población en primera infancia a partir de la educación inicial, y llevándolo a través del sistema educativo hasta cierto nivel de formación. Un individuo que entre en el sistema de educación inicia su proceso a través de la primera infancia. Para el momento de la primera infancia, tal como se observa en la Figura 3, se está teniendo en cuenta cierto nivel de deserción. La deserción en esta etapa del sub-modelo está asociada al abandono del sistema educativo por problemas de salud sensorial (dificultades auditivas o visuales) que limitan el desarrollo de competencias en los niños (única información que se tenía identificada y cuantificada al momento de elaborar el modelo). Luego de atravesar exitosamente la primera infancia, el individuo ingresa al sistema de educación básica y media, del cual puede salir como un desertor terminando con una educación básica y/o media incompleta, o por el contrario graduarse de este nivel de formación. Un estudiante que se gradúa de la educación básica y media puede tomar dos caminos, en primera instancia no continuar estudiando y quedar con bachillerato como su máximo nivel de formación, o puede ingresar a una institución de educación superior, sea esta técnica, tecnológica o universitaria. Si el individuo accede a la educación superior, éste puede desertar y quedar con nivel de bachillerato ya previamente alcanzado o graduarse con educación superior. De esta manera se determina a través del sub-modelo de población la composición final de la misma, según su nivel de formación (población con educación básica y media incompleta, población bachiller, población graduada de programas técnicos y/o tecnológicos, población profesional).



**Figura 3.** Diagrama de Forrester sub-modelo de población  
Fuente: Los autores/elaboración propia.

Los estados de salidas anteriores configuran las variables de entrada que se utilizan en los siguientes sub-modelos de problemas sociales y económicos.

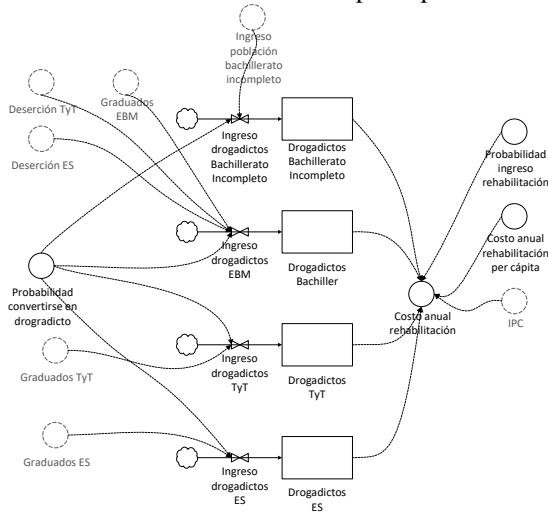
Los resultados de este sub-modelo permitirán identificar la composición demográfica de la población en cuanto a su nivel de formación, lo cual representa variables de entrada para los sub-modelos subsiguientes.

#### 4.2. Sub-modelo de problemas sociales

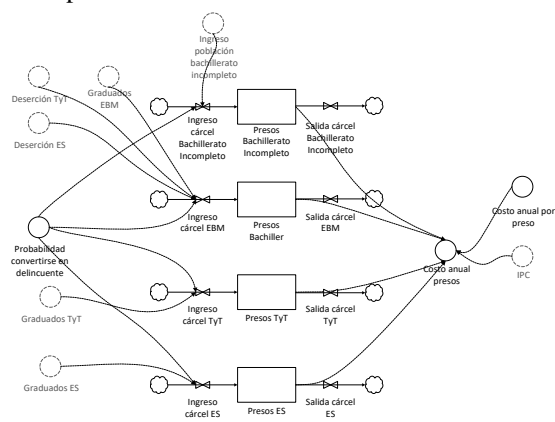
Este sub-modelo analiza la dinámica que se presenta en la sociedad y que está asociada a problemas sociales como drogadicción y delincuencia, como también, los costos asociados a los mismos. Es importante resaltar que las probabilidades de convertirse en drogadicto o delincuente se estiman de manera diferente dependiendo el nivel de formación adquirido.

El diagrama expuesto en la Figura 4, modela la población que cae en problemas de drogadicción. A través de los flujos de graduación y deserción del sub-modelo de población, se determina (teniendo en cuenta la tasa de probabilidad de convertirse en drogadicto) la población drogadicta resultante para cada nivel de formación. A las poblaciones de drogadictos (según su nivel de formación), les es determinado el costo de atención a través de una tasa de probabilidad de ingreso a rehabilitación y el costo anual de rehabilitación per cápita. Los tanques que contabilizan a las poblaciones drogadictas no tienen flujo de salida (ver Figura 4), lo anterior en razón de que el modelo tiene como supuesto que un individuo que entra en situación de dependencia de sustancias psicoactivas tiene una probabilidad casi nula de salir de esa situación.

De una manera similar se modela la población que cae en la delincuencia e ingresa al sistema penitenciario, tal como se muestra en la Figura 5. Un rasgo particular de la situación de delincuencia modelada es que los tanques de población presa tienen un flujo de salida, este se refiere al cumplimiento de la condena de estas poblaciones. Igualmente que en el tema de drogadicción, se determina de costo de atención a los delincuentes, a través de una tasa del costo anual per cápita de atención a los presos.



**Figura 2** Diagrama población en situación de drogadicción. Fuente: Los autores/elaboración propia.

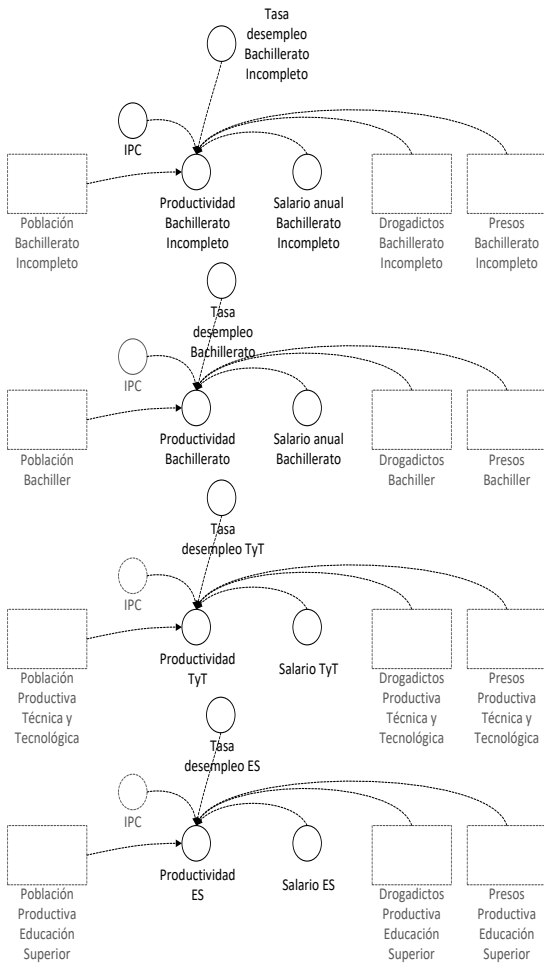


**Figura 3** Diagrama población en situación de delincuencia. Fuente: Los autores/elaboración propia.

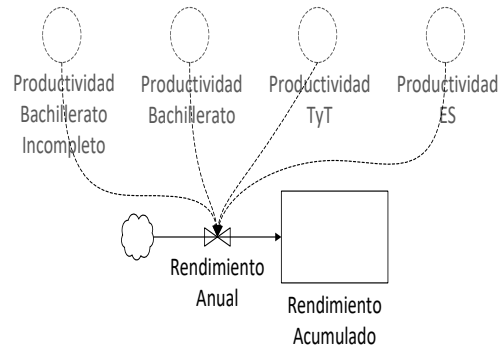
Los resultados de este sub-modelo permiten identificar la cantidad de personas en la población en problemas de drogadicción y delincuencia, como también los costos asociados a los mismos, de igual manera se identifican una parte de la proporción de la población que es inactiva desde el sector formal de la economía.

### 4.3. Sub-modelo económico

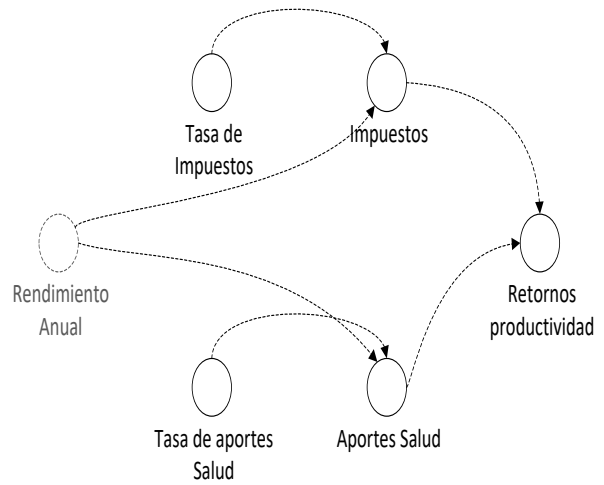
El sub-modelo económico toma las poblaciones resultantes en el sub-modelo de población (población con educación básica y media incompleta, población bachiller, población productiva técnica y tecnológica y población productiva profesional), y a partir de estas, modelando diferentes niveles de desempleo y niveles de remuneración promedio se calcula la productividad de la población. A la población productiva, se le resta la población drogadicta y la población presa. Una de las salidas importantes de este sub-modelo económico es el retorno económico al estado por concepto de impuestos y aportes al sistema de salud contributivo. En este sub-modelo también se simula el fenómeno de subsidios, para la población que no alcanza cierto nivel de formación y/o condiciones económicas mínimas. Con respecto a los subsidios, se tiene en cuenta dos programas del sistema Colombiano, Familias en acción (programa del Departamento para la prosperidad social que brinda apoyo económico para alimentación y control médico) y el régimen de salud subsidiado (El Régimen Subsidiado es un mecanismo mediante el cual la población menos favorecida, tiene acceso a los servicios de salud a través de un subsidio que ofrece el Estado). Todas las variables relacionadas con valores monetarias son en el modelo ajustadas por el IPC (ver Figura 6).



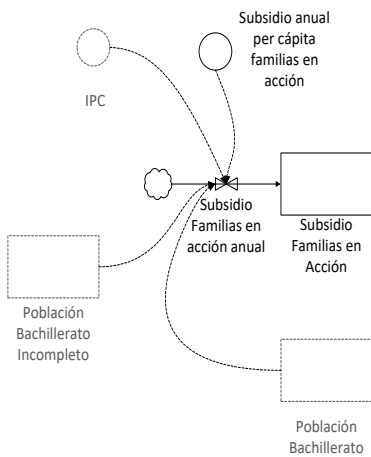
**Figura 6** Diagrama productividad de la población  
Fuente: Los autores/elaboración propia.



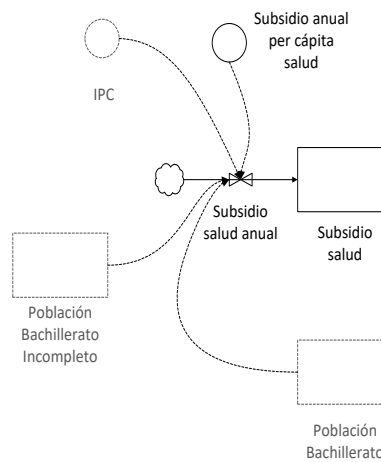
**Figura 7** Diagrama productividad global  
Fuente: Los autores/elaboración propia.



**Figura 8** Diagrama retornos vía productividad  
Fuente: Los autores/elaboración propia.



**Figura 9** Diagrama subsidios familias en acción  
Fuente: Los autores/elaboración propia.



**Figura 10** Diagrama Salud régimen subsidiado  
Fuente: Los autores/elaboración propia.



El diagrama de Forrester de la Figura 6, muestra cómo se relaciona la productividad en cada uno de los niveles de educación a través de la tasa de desempleo y el nivel de remuneración promedio, esto aplicado a las poblaciones resultantes de los otros sub-modelos. Cada una de las productividades calculadas se agrega en una variable llamada rendimiento anual (ver Figura 7), que sirve para acumular la productividad global del sistema en un periodo determinado. A la productividad global resultante, se le calcula el retorno al estado por medio de impuestos y aportes al sistema de salud contributivo (ver Figura 8).

En las Figuras 9 y 10 se muestran los diagramas de Forrester para los sistemas de subsidios modelados. En estos diagramas solo se tiene en cuenta la población que no avanzó a la educación superior, y por medio de valores per cápita para los subsidios, se calcula el valor por periodo que el estado invierte para atender a esta población. También se aplica el ajuste a los valores monetarios a través del IPC.

Los resultados de este sub-modelo dan evidencia de la población productiva, la generación de ingresos de la misma, como también la contribución al estado en términos de impuestos y aportes al sistema contributivo de salud.

#### 4.4. Calibración de parámetros

Para la calibración de los parámetros (tasas de deserción, tasa de absorción de la educación superior, tasa de inactividad o desempleo, nivel de remuneración, probabilidades de entrar en estado de drogadicción o delincuencia, entre otros.) que afectan el modelo de simulación, se recurrió a información secundaria suministrada por diferentes entidades oficiales, como también sistemas de información principalmente del estado. A continuación se listan las fuentes de información secundarias consultadas:

- Proyecto Centros de Desarrollo Infantil Integral (CDI) articulados a Círculos Virtuosos del Desarrollo.
- Sistema de Información Observatorio Laboral para la Educación.
- SNIES – Sistema Nacional de Información de la Educación Superior.
- SPADIES - Sistema para la Prevención de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior.
- DPS – Informe de Gestión 2012.
- Sistema de Información del DANE.
- INPEC – Informe financiero.
- Índice de criminalidad para Colombia (Policía Nacional).
- Ministerio del Interior y de Justicia, Ministerio de la Protección Social y Dirección Nacional de Estupefacientes.
- Subsecretaría de Política Criminal del Ministerio de Justicia de la Nación (Argentina).
- Sociedad en Movimiento.
- Policía Nacional – Revista criminalidad.

Es muy importante aclarar, que se definieron las diferentes tasas y parámetros utilizados en el modelo de acuerdo a una población en estado de vulnerabilidad (haciendo un proxy a estratos bajos como el I y el II), con el fin de establecer los impactos de intervenir este tipo de población en el futuro.

#### 4.5. Escenarios de intervención

Esta investigación explora dos escenarios de atención a los niños en su etapa de formación inicial. En el primer escenario (**Escenario 1**) se brinda a los niños atención básica, alimentación y cuidado. En el segundo Escenario (**Escenario 2**), adicional a lo brindado en el **Escenario 1**, se interviene a los niños dentro de los Centros de Desarrollo Infantil (CDI) con actividades complementarias como bilingüismo, pensamiento científico y creativo y acciones específicas (ver Tabla 1) que se llevan cabo para garantizar un mayor impacto en las competencias de los niños entre 0 y 5 años de edad.

Al modelar los dos escenarios de intervención arriba descritos se ajustaron los diferentes parámetros definidos en los sub-modelos teniendo como referencia las mejoras en las condiciones descritas en los estudios "Perry Preschool Study" (Schweinhart, y otros, 2005), "Chicago Child-Parent Centers (CPC) Program" (Clements, Reynolds, & Hickey, 2004) y el "Carolina Abecedarian Project" (Barnett & Masse, 2007).

Para cada uno de los escenarios se estimaron los costos de intervención de la primera infancia. En el escenario I, se tomó como referencia los costos de atención bajo el modelo de madres comunitarias (atención básica)

que se ejecuta en Colombia y normado por el ICBF. Para el escenario II se tomó como referencia los costos de atención en Centros de Desarrollo Infantil.

**Tabla 1** Descripción de los escenarios propuestos

<b>Beneficios otorgados</b>	<b>Escenario 1 Atención Básica</b>	<b>Escenario 2 Círculo Virtuoso</b>
Atención Básica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alimentación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuidado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Formación inicial		<input checked="" type="checkbox"/>
Control nutricional		<input checked="" type="checkbox"/>
Diagnóstico e intervención en salud sensorial		<input checked="" type="checkbox"/>
Iniciación en Segunda Lengua		<input checked="" type="checkbox"/>
Pensamiento científico y creativo		<input checked="" type="checkbox"/>
Capacitación y formación de los agentes educativos		<input checked="" type="checkbox"/>
Interlocución con las familias		<input checked="" type="checkbox"/>
Acompañamiento psicosocial a las familias		<input checked="" type="checkbox"/>

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

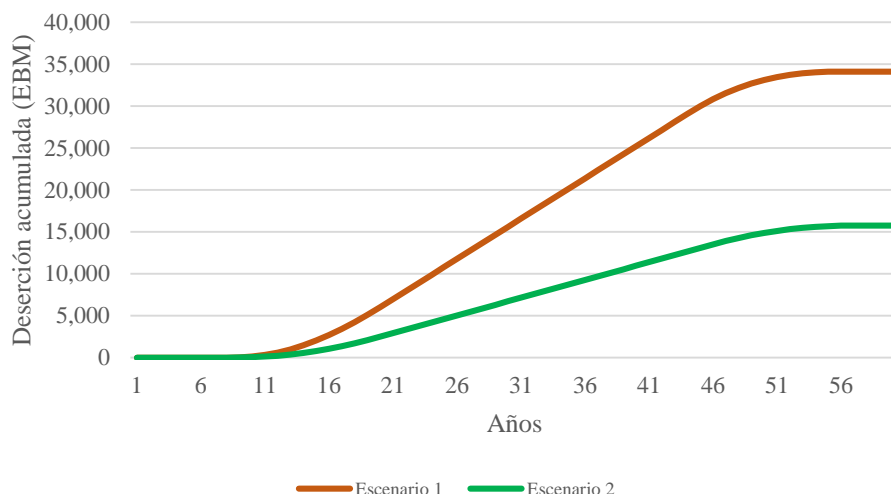
En la sección anterior se discutieron los elementos que conforman los diferentes sub-modelos de la simulación, para los cuales se segmentan los resultados en dos componentes, el primero tiene que ver con los resultados de la simulación frente a la caracterización socioeconómica de la población para los dos escenarios propuestos. El segundo componente es el determinar el delta de cambio existente en las variables de salidas socioeconómicas, que son determinadas a través de los sub-modelos de problemas sociales y el sub-modelo económico. A continuación discutiremos la configuración de la simulación realizada y los resultados obtenidos.

### 5.2 Simulaciones y Resultados

La simulación se adelantó para un período de 60 años. En la simulación solo se permitió ingreso de los niños durante los primeros 40 años. Lo anterior para poder estimar los resultados de atravesar el sistema educativo de los niños 20 años más tarde. La cantidad de población que ingresa al modelo de simulación está dada por la capacidad de atención que tiene un CDI, se tomaron 14 CDI con capacidad de 500 niños, es decir 7.000 niños atendidos simultáneamente en un CDI por año. Lo anterior obedece a que se considera que el la cantidad de necesaria de CDI para cubrir la demanda de atención a la primera infancia en el municipio de Pereira.

#### 5.2.1 Resultados del sub-modelo de población

Los resultados del sub-modelo de población consolidan la caracterización de la formación en cuanto a su nivel de formación, en la Figura 11 se puede observar el comportamiento de la deserción acumulada durante el periodo de simulación para el nivel de educación básica y media, en el escenario 2 se observa que el comportamiento de la deserción es mucho más bajo que en el escenario 1. De igual manera, este comportamiento afecta los niveles siguientes, en la figura 3 se muestra que los niños que no desertan de la educación básica y media obtienen el nivel de bachillerato o continúan a la educación superior. El comportamiento de la deserción en los niveles siguientes es similar al de la figura 11. De esta manera se van consolidando los diferentes estados finales de los niños que ingresan en la simulación.



**Figura 11.** Deserción acumulada educación básica y media durante el periodo de simulación

Fuente: Los autores/elaboración propia.

Terminada la simulación, en el escenario 1, solamente un **10%** de la población alcanza un nivel educativo superior, y un **38%** termina como bachiller. El **52%** restante no termina su educación básica y media (ver Figura 11). En el escenario 2 se tiene un cambio drástico en la conformación de la población según su nivel educativo alcanzado. Un **54%** de la población alcanza un nivel educativo superior, un **23%** termina como bachiller, y el **10%** restante no termina su educación básica y media (ver Figura 12).

**Tabla 2** Resultados sub-modelo de población

Nivel de Formación	Escenario 1	Escenario 2
Población con discapacidad sensorial.	6%	1%
Población con educación básica y media incompleta.	46%	22%
Población con educación básica y media completa (Bachiller).	38%	23%
Población con Educación Superior (Técnica o Tecnológica)	3%	23%
Población con Educación Superior (Profesional)	7%	31%

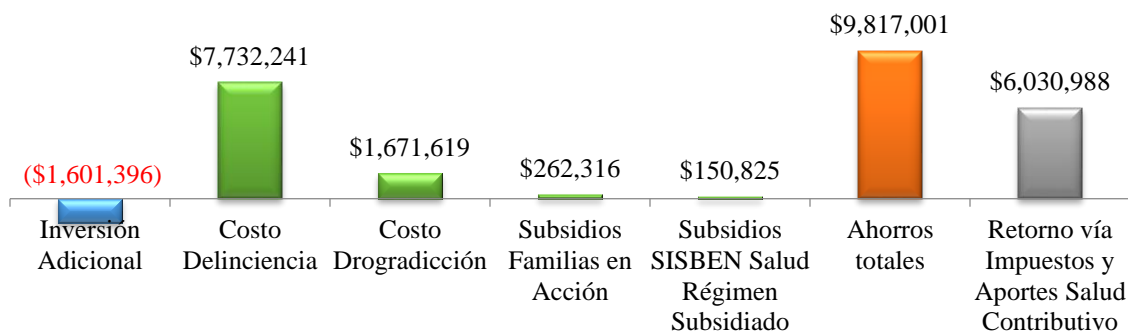
Fuente: Los autores/elaboración propia.

Lo anterior muestra un contraste muy marcado entre ambas poblaciones con dichas intervenciones, afianzando en el largo plazo (60 años) una sociedad más cualificada, y con mayores capacidades para dinamizar la economía y el desarrollo del territorio.

### 5.2.2. Resultados de los sub-modelos de Problemas Sociales y Económicos

Los impactos socioeconómicos son de tres tipos, el primero tiene que ver con la inversión adicional que se debe realizar para intervenir con calidad a la población en primera infancia. El segundo con los ahorros en costos fiscales asociados con las inversiones impositivas que el gobierno debe realizar para atender ya sea a la población que cae en problemas de drogadicción, delincuencia, o que debe ser atendida por medio de subsidios dado que no alcanzaron condiciones suficientes para ser productivos. El tercer tipo de impacto socioeconómico está asociado a los retornos económicos que recibe el gobierno a través de impuesto pagados por la población productiva.

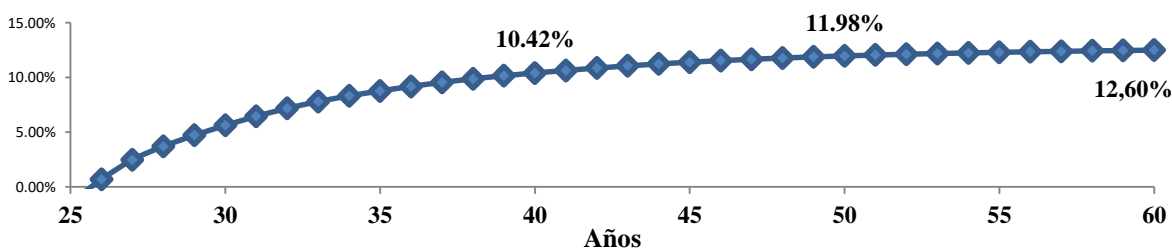
En la Figura 11 se muestra el ahorro que se genera por la intervención del Estado en la primera infancia comparando el Escenario 2 con el Escenario 1. De igual manera, se muestra la diferencia del valor de la inversión entre los dos escenarios (1.601.396 millones de pesos). Los ahorros en los costos fiscales (9.817.001 millones de pesos) son muy superiores a la inversión realizada.



**Figura 11.** Resumen impactos socioeconómicos (valores en millones de pesos)

Fuente: Los autores/elaboración propia.

Para evaluar la viabilidad económica de implementar la intervención con calidad en la primera infancia se hizo uso del Tasa Interna de Retorno (TIR). El valor calculado para la TIR al final de la simulación (ver Figura 12) alcanza el 12,60% , superior a la tasa del 12% establecida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) como la tasa social de descuento<sup>7</sup> mínima para un proyecto de intervención social. La Figura 12 muestra que durante los primeros años (período durante el cual el niño no está en edad productiva) la simulación no genera ningún tipo de retorno.



**Figura 12.** Tasa Interna de Retorno (TIR) del modelo de simulación

Fuente: Elaboración propia

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo de simulación implementado realizó un acercamiento a los impactos de la intervención con calidad a la población de la primera infancia, basado en información de carácter local y haciendo referencia a estudios reconocidos a nivel internacional y de impacto. Los resultados de las simulaciones adelantadas permiten llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- La intervención de la primera infancia, con las características propuestas por el círculo virtuoso mejoran notablemente la conformación de la población en cuanto a su nivel de formación, lo cual logra a su vez atenuar de manera sustancial los problemas sociales asociados a bajo nivel educativo y falta de oportunidades, tales como la drogadicción y la delincuencia. A su vez, se forman ciudadanos con menor dependencia del estado, es decir requieren menos subsidios.
- Si bien las inversiones en primera infancia en el modelo de intervención propuesto podrían parecer altas y costosas, queda demostrado a través de los resultados de la simulación con los modelos planteados, que a largo plazo es mucho más barato invertir en la primera infancia que atender los problemas que se generan al no hacerlo. El modelo de simulación estimó una tasa interna de retorno de **12,60%**, lo cual indica que el uso de recursos a invertir en un proyecto de este tipo es viable

<sup>7</sup>La Tasa Social de Descuento, TSD, es uno de los parámetros más importantes en la evaluación socioeconómica de proyectos, por ser el factor que permite comparar los beneficios y los costos económicos del proyecto en diferentes momentos del tiempo y con relación al mejor uso alternativo de esos recursos. Para Colombia, este indicador es del 12% anual.  
<https://www.dnp.gov.co/PreguntasFrecuentes/InversionesyFinanzasP%C3%BAblicas.aspx>

desde el punto de vista socioeconómico y el retorno es acorde a las expectativas que podrían generarse por parte de los entes gubernamentales involucrados.

- La intervención en la primera infancia mejora las condiciones de los niños en diferentes dimensiones, sin embargo, debe procurarse un acompañamiento durante su ciclo vital con el fin de realizar seguimiento al progreso del niño durante su etapa de formación.
- De igual manera, deben establecerse estrategias fuertes de acompañamiento a las familias, dado que no solo en el sistema educativo forma a los niños, sino también el seno familiar. Si éste tiene problemas (sean de empleo, drogadicción, entre otros.) estos se verán reflejados en el desempeño de los niños.

RECEIVED: MAY , 2016

REVISED: MARCH, 2017

## REFERENCIAS

- [1] AZADARIS, C. Y STACHURSKI, J. (2005). **Poverty Trap**. En F. y. Aghion, Handbook of economic growth (págs. 295-384). Amsterdam.
- [2] BARNETT, W., & MASSE, L. (2007). **Comparative benefit–cost analysis of the Abecedarian program and its policy implications**. Economics of Education Review.
- [3] BERNAL, R. (2012). **La política de primera infancia en el contexto de la equidad y movilidad social en Colombia**. Centro de estudios sobre desarrollo económico.
- [4] CLEMENTS, M., REYNOLDS, A., & HICKEY, E. (2004). **Site-level predictors of children’s school and social competence in the Chicago Child–Parent Centers**. Early Childhood Research Quarterly.
- [5] GLEWWE, P., Y KREMER, M. (2006). **School, teacher and education outcomes in developing countries**. In: Hanushek, E.A, Welch (Eds). Handbook of the Economics and Education, 943 - 1017.
- [6] HECKMAN, J. (2008). **The Heckman Equation**. Recuperado el 2014, de <http://www.heckmanequation.org>
- [7] HECKMAN, J. (2013). **Intergenerational long term effects of preschool – structural estimates from a discrete dynamic programming model**. National Bureau of Economic Reserach.
- [8] INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO - INPEC. (2015). **Informe Estadístico Enero 2015**. Bogotá D.C.
- [9] LÓPEZ LÓPEZ, E. (2006). **Educación compensatoria: efectos recientes de un estudio clásico**. Revista ELectrónica de Investigación y EVALuación Educativa.
- [10] MÉNDEZ, J., Y CUESTAS, L. (2006). **Las trampas de pobreza en Colombia. ¿Qué hacer?. Diseño de un programa contra la extrema pobreza**. Bogotá: Documento CEDE.
- [11] MIGOYA, A. (2008). **El debate sobre el enfoque de las capacidades: las capacidades colectivas**. Araucaria: Revista Iberoamericana de filosofía, política y humanidades, 20, 35-63.
- [12] MINISTERIO DE JUSTICIA Y DEL DERECHO, OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DÉLITO. (2014). **Estudio Nacional de consumo de sustancias psicoactivas en Colombia 2013**. Bogotá D.C.
- [13] PARKS, G. (2000). **The HighScope Perry preschool project**. Office of Juvenile Justice and Delinquency Prevention (OJJDP).
- [14] PHILLIPS, Deborah A., et al. (ed.). **From Neurons to Neighborhoods: The Science of Early Childhood Development**. National Academies Press, 2000.
- [15] SANTOS, M. (2014). **El índice multidimensional y trampas de pobreza en el cono sur**. Problemas del desarrollo. 89-112.
- [16] SCHWEINHART, L. (2003). **Benefits, Costs, and Explanation of the HighScope Perry Preschool Program**. Meeting of the Society for Research in Child Development.
- [17] SCHWEINHART, L., MONTIE, J., XIANG, Z., BARNET, W., BELFIELD, C., & NORES, M. (2005). **The High/Scope Perry Preschool Study Through Age 40**. HighScope Educational Research Foundation.
- [18] SEN, A. (1985). **Well-being, agency and freedom**. the Dewey lectures 1984. The journal of philosophy, 169-221.

- [19] SEN, A. (1987). **The standard of living**. Cambridge: Cambridge University Press.
- [20] SEN, A. (1993). **Capability and well-being**. Cambridge University Press
- [21] WATANABE, B. (2014). **Satisfacción por la vida y teoría homeostática del bienestar**. *Psicología y Salud*, 15, 121-126.
- [22] ZHANG, H. (2014). **The poverty trap of education: Education–poverty connections in Western China**. *International Journal of Educational Development*, 38, 47-58.