



Diseño de un sistema de información integral para la asignación de computadores a los estudiantes de los colegios públicos de Bogotá.

Oscar Alfredo Constain Calderón¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2766-7796>

¹ Doctorando Universidad Americana de Europa
Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana, RIMI © 2023 by Elizabeth Sánchez Vázquez is licensed under

Resumen

El artículo está enfocado en describir el diseño general de un sistema de información integral para la asignación de tabletas y portátiles a los estudiantes de los colegios públicos de la ciudad de Bogotá, desde la metodología de obtención de un algoritmo para focalizarlos hasta las reglas de negocio para su repartición.

Palabras claves

Focalización, algoritmo, pobreza multidimensional, SISBEN, RUV

Abstract

This research aims to design an integrated information system for the assignment of

computers to students in public schools in Bogotá. The system is designed to identify vulnerable students who require computer access with greater urgency, particularly those from disadvantaged backgrounds or with disabilities. The system uses a monthly algorithm that crosses data from SIMAT (Student Information System) and SISBEN (Social Benefit Identification System) to identify eligible students. The results of the system are presented and discussed in terms of their implications for improving education in Bogotá.

Keywords

Focusing, Algorithm, Multidimensional poverty, SISBEN, RUV

Introducción

Durante la pandemia de Covid19 los estudiantes de los colegios del mundo experimentaron una situación sin precedentes cercanos, teniendo que cambiar el entorno escolar por el de su propia vivienda para poder continuar con sus estudios. Esto forzó a todos los establecimientos públicos y privados a crear contenidos diseñados para enseñar en la virtualidad con todo tipo de herramientas tecnológicas como Zoom y Teams para desarrollar las clases virtuales y todo tipo de LMS's (Learning Management System) como Moodle para la atención de contenidos evaluaciones y demás.

Si bien en los países desarrollados la implementación de estas tecnologías fue rápida debido a que en la mayoría de los hogares los estudiantes contaban con equipos como computadores y tabletas para acceder a las clases y demás, no era el caso de países como Colombia y específicamente ciudades como Bogotá

donde más del 40% de los estudiantes de colegios públicos equivalentes a aproximadamente 355.000 no contaban con ninguno de estos dispositivos en sus hogares.

Esta situación forzó a la Secretaría de Educación de Bogotá a crear un plan de choque para poder satisfacer las necesidades educativas en la virtualidad y principalmente poder proporcionar a los estudiantes las herramientas tecnológicas necesarias, fue así, como con un presupuesto aprobado en tiempo récord la Secretaría pudo adquirir más de 100.000 dispositivos nuevos entre computadores y tabletas así como poner a disposición 165.000 dispositivos que ya se encontraban en las instituciones educativas específicamente 61.953 tabletas, 58.190 portátiles y 44.771 computadores de escritorio.

Si bien ya se contaba con una cantidad de equipos para poder distribuir ahora venía el problema de como focalizar a los estudiantes para realizar las entregas y como sistematizar todo el proceso; este documento pretende mostrar el proceso de focalización y el diseño del sistema de información con el que se llevó a cabo este reto, así como los resultados obtenidos a corte de 2021 antes de volver a la presencialidad escolar

Desarrollo metodológico, (Metodología).

Diseño del algoritmo de focalización.

En este contexto la focalización es el proceso mediante el cual se identifican los estudiantes que pertenecen a la población más vulnerable y que por su grado o nivel de estudios requieren con más urgencia un equipo de cómputo.

Si bien ya se tenía claro de donde iban a salir los dispositivos lo primero era definir la forma de entrega ya que por ser la primera vez que se tenía que realizar algo así, no se tenía claro ni el marco jurídico ni el marco procedimental para la entrega; se decidió entonces que los dispositivos nuevos iban a ser entregados en gratuidad a los estudiantes y los equipos que ya estaban en las sedes educativas iban a ser entregados en calidad de préstamo.

Para suplir la necesidad más inmediata se remitió entonces a una encuesta de calidad de vida del 2018 realizada por el DANE (Departamento Nacional de Estadística)

[Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana, RIMI](#) © 2023 by [Elizabeth Sánchez Vázquez](#) is licensed under

Fuente: Encuesta de Calidad de Vida, DANE **Cálculos:** Secretaría de Educación

TIPO	Total estudiantes	Estudiantes de secundaria y media
Computador de escritorio	314.203	140.130
Computador Portátil	267.803	123.816
Tablet	127.211	54.765
Alguno de los 3	518.235	223.330
Ninguno de los 3	354.091	124.574
Total de estudiantes	872.326	347.904

Tabla 1. Estudiantes de colegios oficiales de Bogotá según la tenencia de Computador y Tablet en su hogar 2018.

Del análisis y posteriores cálculos efectuados a esta encuesta se puso como objetivo que 124.574 estudiantes de secundaria y media serían el foco fundamental de la estrategia para la entrega de equipos nuevos ya que no contaban con ningún dispositivo. Teniendo este nicho objetivo de estudiantes de secundaria y media que en definitiva serían los que más necesitarían el apoyo tecnológico para continuar con sus estudios sin alteraciones se procedió entonces a clasificar estos estudiantes en los que tenían más necesidades económicas y sociales, el primer factor a tener en cuenta fue el de los colegios en zonas rurales ya que en general estos son los que presentan más necesidades, luego para el análisis de los colegios en el área urbana, se tomó un estudio de la universidad nacional de Colombia que identificaba y puntuaba los

colegios distritales más pobres dentro de los cuales se escogieron los 100 con mayor grado de pobreza multidimensional.

Teniendo identificados los colegios rurales y urbanos foco del beneficio se tuvieron en cuenta 3 factores de inclusión adicionales que no estuvieran dentro de estos colegios los cuales fueron etnias, estudiantes que pertenecen a cualquier etnia específica, discapacidad, estudiantes con cualquier grado de discapacidad física o cognitiva y por último el puntaje de SISBEN (Sistema de identificación de posibles beneficiarios sociales) que es el sistema de información colombiano que da un puntaje a cada estudiante de acuerdo al entorno socioeconómico de su grupo familiar.

En este orden de idea los factores de focalización quedaban de la siguiente manera:

- a. **Grado:** Se focaliza a los estudiantes de grado 6 a 10 como los que más requieren equipo de cómputo para continuar con sus estudios y que pertenezcan a alguna de las condiciones de los numerales b, c, d, e o f.
- b. **Rural:** Se identifican las sedes de los colegios rurales más vulnerables.
- c. **Urbano:** Se identifican los 100 colegios urbanos con la población más vulnerable, según estudio de la Universidad Nacional.
- d. **Etnia:** Se identifican los estudiantes que pertenecen a cualquier Etnia y que no están inmersos en los numerales b y c.
- e. **Discapacidad:** Se identifican los estudiantes que tengan cualquier tipo de discapacidad y que no se encuentren en los términos de los numerales b, c y d
- f. **Puntaje SISBEN:** Se identifican los estudiantes, que en la base de SISBEN 3 tienen un puntaje inferior a 25 y que no están inmersos en los numerales b, c, d y e.

De esta manera se construye una regla que permite para toda la matrícula identificar los estudiantes que estarían focalizados y el motivo.

$$FOC_FINAL = FOC_GRADO \text{ AND } (FOC_RURAL \text{ OR } FOC_URBANO \text{ OR } FOC_ETNIA \text{ OR } FOC_DISCAPACIDAD \text{ OR } FOC_SISBEN).$$

Como resultado de la aplicación de esta regla se tuvo la población focalizada inicialmente así:

<i>MOTIVO FOC</i>	<i>ESTUDIANTES</i>
FOC_URBANO	75.087
FOC_SISBEN	26.964
FOC_DISCAPACIDAD	6.346
FOC_RURAL	5.947
FOC_ETNIA	2.239
TOTAL:	116.583

Tabla 2. Estudiantes focalizados por motivo de focalización 2021

Este algoritmo de focalización se aplicaría mes a mes durante 2021 a la base de datos de matrícula SIMAT (Sistema de Matriculas del ministerio de educación nacional) y se cruzaría con las bases de datos de SISBEN y RUV (registro único de víctimas del conflicto armado), para tener actualizado el consolidado de estudiantes focalizados.

Diseño del modelo de negocio y modelo de datos del sistema de información.

Una vez focalizados los estudiantes que recibirían equipos nuevos, se debía identificar si alguno de estos estudiantes ya contaba con algún equipo en préstamos para que fuera devuelto antes de hacer la entrega en gratuidad así que se debía también tener un módulo de entregas en préstamo, así como el módulo de entregas en gratuidad.

En este orden de ideas el sistema de información debería permitir registrar las entregas en préstamo y en gratuidad, así como el manejo del inventario de equipos de cómputo para la entrega.

El proceso de entrega debería llevarse a cabo en los colegios seleccionados registrando la información tanto del estudiante que recibe el equipo como el del equipo entregado, permitiendo generar un acta de entrega por equipo entregado.

Se identifican entonces dos procesos principales para el sistema de información que son:

Proceso de asignación: es el proceso en el cual un equipo de cómputo del inventario para entregas en gratuidad es asignado a un estudiante focalizado.

Proceso de formalización: es el proceso en el cual el estudiante al cual se le ha asignado un equipo de cómputo recibe el mismo y firma el acta de entrega.

En la siguiente figura se ve el diagrama de flujo propuesto para estos dos procesos definiendo cada uno de los pasos e identificando los actores y necesidad de datos en cada uno de los pasos.

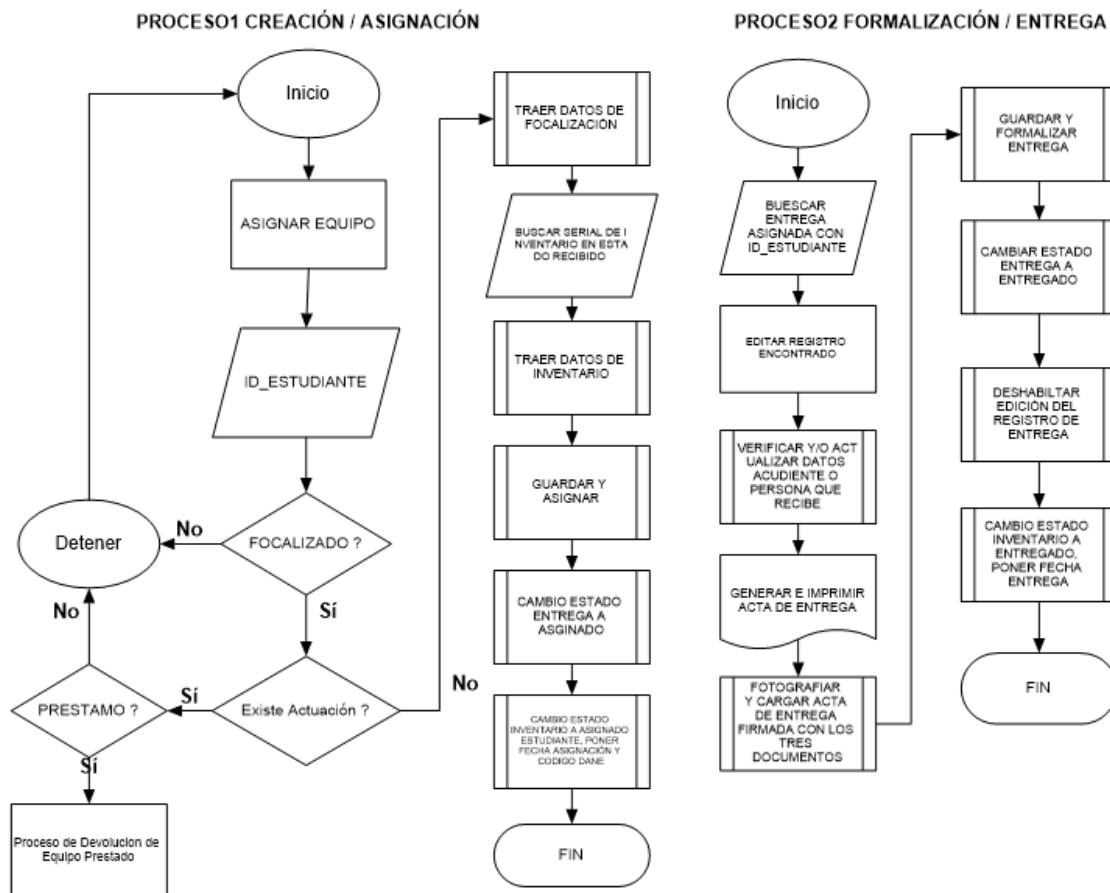


Figura 1. Diagrama de flujo del sistema de información

Una vez identificados los procesos necesarios se pueden identificar los datos necesarios para crear el modelo, lo primero es la tabla que contendría los estudiantes focalizados la cual no es más que la tabla de estudiantes matriculados a la cual se le ha aplicado el algoritmo de focalización.

La siguiente tabla que debería tener es la tabla que almacenaría las entregas la cual debía tener la siguiente información y estructura:

Nuevo registro							
TIPO_DOCUMENTO							
DOC_ESTUDIANTE	Si ya tiene registro de bien en pretamo hacer la advertencia y detener proceso						
	Si no tiene registro abrir formulario con los siguientes campos						
	SI TIENE REGISTRO DE PRESTAMO PREGUNTA SI VA A HACER RETORNO						
	CAMPO			OPCIONES / OBSERVACIONES			
FOCALIZACION	DATOS ESTUDIANTE			Traer Nombres y apellidos			
	DATOS ACUDIENTE FORMULARIO DOTACIONES			Traer nombres, apellidos y datos de ubicación y contacto NRO DOCUMENTO			
	DATOS ACUDIENTE REGISTRO PAE			Traer nombres, apellidos y datos de ubicación y contacto NRO DOCUMENTO			
	PER_ID						
	LOCALIDAD						
	DANE_COLEGIO						
	COLEGIO						
	SEDE						
	FOCALIZADO			SI	NO		
	MOTIVO_FOCALIZACION			RURAL	URBANA	ETNIA DISCAPACIDAD SISBEN	
CLASE_EQUIPO			NUEVO	USADO/PRESTADO			
FORMULARIO DOT	SOLICITUD			SI	NO		
	ID_INSC						
TABLA PARA EL MODULO DE OPERACIONES	ENTREGA	<i>DOC_ESTUDIANTE</i>					
		<i>ID_OPERACION</i>					
		FECHA_REGISTRO			FECHA/HORA		
		TIPO_ACTUACION			PRESTAMO	DONACIÓN	
		TIPO_EQUIPO			PC DE ESCRITORIO	PORTATIL	TABLET
		PLACA_EQUIPO			TEXTO	HASTA TRES CAMPOS	
		SERIAL_EQUIPO			TEXTO	HASTA TRES CAMPOS	
		MARCA_EQUIPO			TEXTO	HASTA TRES CAMPOS	
		MODELO_EQUIPO			TEXTO		
		CONDICION_EQUIPO			Campo de texto abierto para anotar características propias del bien en prestamo		
	NOMBRE_ACUDIENTE			Si se tiene precargar la infomación en el siguiente orden de relevancia 1.FORMULARIO DOTACIONES 2. FORMULARIO PAE			
	TIPO_DOC_ACUDIENTE						
	DOC_ACUDIENTE						
	TEL_FIJO						
	EMAIL_ACUDIENTE						
	TEL_CELULAR						
	ACTA_ENTREGA			Posibilidad de cargar archivo en formatos de imagen y PDF			
	PROTOCOLO_PRESTAMO			Posibilidad de cargar archivo en formatos de imagen y PDF			
	RETORNO	FECHA_RETORNO			FECHA/HORA		
		CONDICION			BUEN ESTADO FUNCIONAL	NO PRENDE	ROTO OTRA
DESCRIPCION_CONDICION			Campo de texto abierto para anotar las características del bien devuelto				
PROTOCOLO_RECEPCION			Posibilidad de cargar archivo en formatos de imagen y PDF				
PROCEDENCIA			FSD	SED	DONACIÓN COMPRA		

Figura 2. Diseño inicial de la tabla principal de entregas en gratuidad.

Por último, era necesaria la tabla de inventario, la cual contendría todos los equipos de cómputo a ser entregados identificando la procedencia y el tipo de equipo a entregar.

CAMPO	TIPO_DATO	TIPO_CONTROL	OPCIONES INICIALES	LLAVE-PRINCIPAL	LLAVE-FORANEA	ÚNICO
ID_INVENTARIO	ENTERO	N/A		X		X
ID_PROCEDENCIA	ENTERO	LISTA	DONACION - COMPRA		X	
PROVEEDOR	TEXTO	TEXTO				
ID_CLASE_EQUIPO	ENTERO	LISTA	NUEVO - USADO		X	
ID_TIPO_EQUIPO	ENTERO	LISTA	TABLETA - PC ESCRITORIO - PC PORTATIL		X	
SERIAL	TEXTO	TEXTO				X
MARCA	TEXTO	TEXTO				
MODELO	TEXTO	TEXTO				
DESCRIPCION	TEXTO_LARGO	TEXTO_LARGO				
ID_ESTADO_INVENTARIO	TEXTO	LISTA	RECIBIDO - ASIGNADO - ENTREGADO		X	
FECHA_RECEPCION	FECHA	FECHA				
FECHA_ASIGNACION	FECHA	FECHA				
FECHA_ENTREGA	FECHA	FECHA				
DANE_ASIGNADO	ENTERO/TEXTO	SELECCIÓN CON BUSQUEDA	TODOS LOS COLEGIOS		X	
UBICACION	TEXTO	TEXTO				
RESPONSABLE	TEXTO	TEXTO				
ID_ENTREGA	ENTERO	N/A			X	

Se debe tener el CRUD completo de la tabla

Se debe tener la opción de importar y actualizar en masa la tabla teniendo en cuenta no repetir serial

Figura 3. Diseño inicial tabla de inventario de equipos de cómputo nuevos para entrega en gratuidad.

Teniendo las reglas de negocio necesarias claras y el modelo de datos se procedió a la construcción del sistema de información en un tiempo récord de 3 meses dando tiempo a que la Secretaría de educación obtuviera los equipos nuevos comprados a los proveedores seleccionados.

Para el momento de la puesta en producción del sistema de información y la adquisición de los equipos de cómputo por parte de la Secretaría de educación, ya se tenía acceso a la encuesta de Calidad de Vida de 2019 de la cual ya se obtuvo un dato más cercano de 349.088 estudiantes de colegios públicos sin computador o Tablet en su hogar lo que equivalía al 44% de la matrícula oficial en 2020, de estos 145.377 estudiantes estaban en los niveles de secundaria y media es decir el 36% de la matrícula en estos niveles.

De la misma encuesta se identificó que en Bogotá había 229.000 estudiantes de colegios públicos sin internet equivalentes al 29% de la matrícula oficial de los cuales 100.728 equivalentes al 25% eran estudiantes de niveles de secundaria y media.

Esto haría que en el esfuerzo de entrega de estos equipos por lo menos 100.000 equipos tuvieran la respectiva conectividad a internet mediante tarjetas SIM 3G o 4G.

Una vez se tuvo listos los equipos para entrega, las herramientas de conectividad y el sistema de información, se debió crear un segundo algoritmo para la priorización de las entregas, este algoritmo tuvo en cuenta dos aspectos, primero se priorizaría la entrega por colegios y luego por características del estudiante focalizado.

Se entregaría primero los equipos con conectividad a todos los colegios rurales sin excepción, luego a todos los estudiantes de los 100 colegios urbanos más pobres sin excepción, y por último se priorizarían los estudiantes que por puntaje de acuerdo a sus características de focalización así: $(Etnia * 0,2) + (discapacidad * 0,2) + ((1 - Sisben) * 0,4) + (grado(6^o=1, 7^o=0,8, 8^o=0,6, 9^o=0,4 \text{ y } 10^o=0,2) * 0,2)$, en el caso de que el estudiante no tuviera puntaje de SISBEN se le asignaría un puntaje de 1.

Resultados

La entrega de los equipos de cómputo a los estudiantes comenzó a ejecutarse a principios de 2021 y a 31 de diciembre ya se habían entregado 104.617 equipos de los 116.000 focalizados. En la siguiente imagen se puede visualizar el detalle de los resultados de las entregas en gratuidad a 31 de diciembre de 2021.

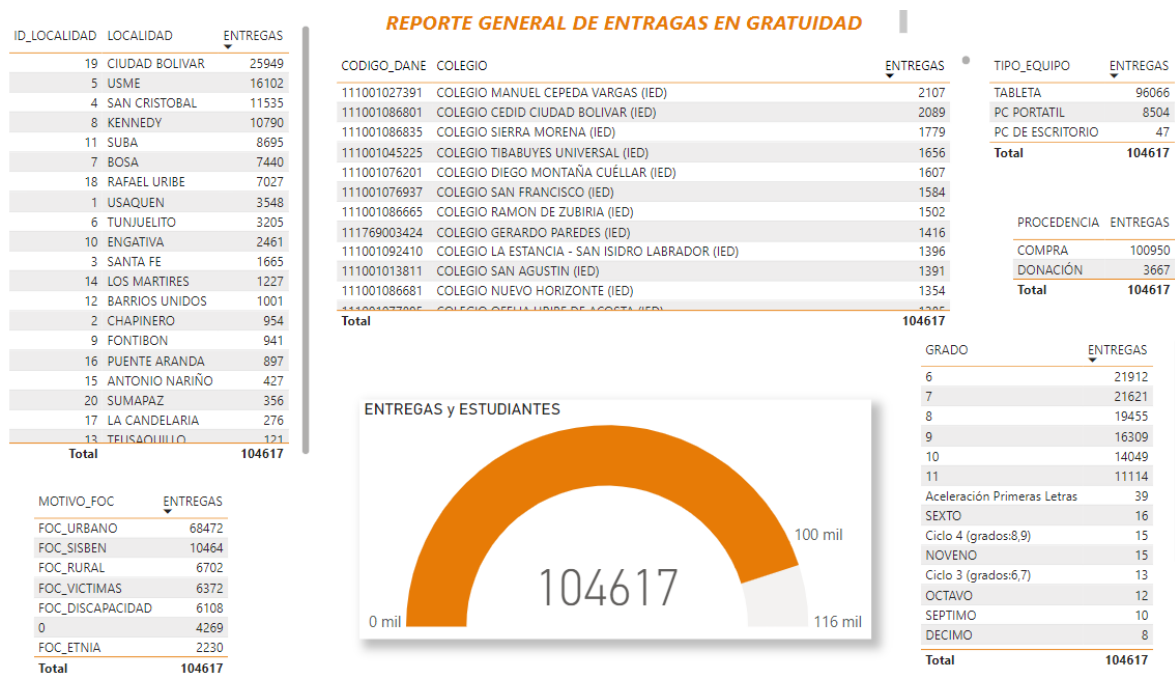


Figura 4. Resultado entregas en gratuidad a 31 de diciembre de 2021

En la figura se puede apreciar las entregas por localidad, por los principales colegios, por grado, por tipo de equipo, por motivo de focalización y por procedencia del equipo.

El programa de esta entrega el cual fue denominado “Ruta 100k” siguió entregando equipos para satisfacer la necesidad identificada, por tal razón a 31 de diciembre de 2023 se habían entregado 134.507 equipos de cómputo.

Conclusiones

Gracias a este ejercicio se logró tener un sistema de información integral que hoy cuenta con las siguientes características:

- Recopilación y almacenamiento de datos en tiempo real.

- Análisis automático de datos para identificar estudiantes vulnerables.
- Manejo de inventario de equipos de computo
- Asignación automatizada de recursos a los estudiantes identificados como vulnerables.
- Seguimiento y evaluación del proceso de asignación de recursos.
- Integración con otras plataformas y sistemas para facilitar la recopilación de datos.

Este plan de contingencia implementado por la Secretaría de Educación de Bogotá resultó ser efectivo para abordar la brecha digital en los colegios públicos de la ciudad. El algoritmo de focalización utilizado permitió identificar a los estudiantes más vulnerables y necesitados, garantizando que el acceso a dispositivos electrónicos se dirigiera hacia aquellos que lo requerían con mayor urgencia.

Conociendo la efectividad de este plan se hace necesario aplicar este mismo método de análisis y ejecución en todo momento y para la asignación de una gran variedad de beneficios o programas que se pueden ofrecer desde el gobierno distrital o nacional.

Si además de crear algoritmos planos utilizando razonamiento y lógica tradicional, utilizáramos técnicas de inteligencia artificial como la lógica difusa aplicada a la minería de datos, esta focalización podría ser mucho más inclusiva ampliando el espectro de personas que podrían verse beneficiadas de estas ofertas gubernamentales.

En las próximas versiones del sistema se debería aplicar la posibilidad de hacer RAG con modelos de Lenguaje extenso LLM's entrenados en las bases de datos que se deben cruzar con toda la teoría de la lógica difusa para así obtener resultados de focalización mas rápido en cada cohorte, lo que mejoraría mucho la eficiencia y la calidad de prestación del servicio de entrega.

Referencias

Departamento Nacional de estadística DANE (2018), Encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2018, informe de resultados, <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2018>

Departamento Nacional de estadística DANE (2019), Encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2019, informe de resultados, <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2018>

Universidad Nacional de Colombia (2017), Informe final Caracterización socioeconómica de la matrícula de Bogotá, informe de resultados, <https://oape.educacionbogota.edu.co/download/caracterizacion-socioeconomica-de-la-matricula-de-bogota/>

Secretaría de Educación del Distrito (2021), Ruta 100K ¡conéctate y aprende!': un hito histórico para reducir brechas digitales en Bogotá, artículo web, https://educacionbogota.edu.co/portal_institucional/noticia/ruta-100k-conectate-y-aprende-un-hito-historico-para-reducir-brechas-digitales-en-bogota

Secretaría de Educación del Distrito (2021), Ruta 100k sitio oficial, sitio web, <https://www.redacademica.edu.co/ruta100k>