

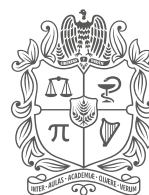
Revista de Estudiantes de Economía / Número 9 / Enero-diciembre 2025

INTERCAMBIO

9

E-ISSN 2619-6131

Facultad de Ciencias Humanas y Económicas
Sede Medellín



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Rector

José Ismael Peña Reyes

Vicerrector Sede Medellín

Johanna Vásquez Velásquez

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y ECONÓMICAS

Decano

Óscar Iván Calvo Isaza

Director del Centro Editorial FCHE

Yobenj Aucardo Chicangana Bayona

Director Área Curricular de Economía

Juan Camilo Galvis Ciro



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



"Las ideas de los economistas y los filósofos políticos, tanto cuando son correctas como cuando están equivocadas, son más poderosas de lo que comúnmente se cree"

John Maynard Keynes





Número 9

Edición: enero – diciembre de 2025

ISSN en línea 2619-6131

COMITÉ EDITORIAL

Sara Julieth Albarracín Deantonio \ Directora general

Estudiante de Economía, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá \ salbarracind@unal.edu.co

Jose Mauricio Rodríguez Velásquez \ Director editorial

Estudiante de Economía, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín \ jrodriguezvel@unal.edu.co

Editores UNAL Bogotá: Angélica María Vargas Plazas, Brandon Stiven Triviño Wilches, Diego Andrés Laiton Gutiérrez, Jeferson Beltrán, Jose Daniel Piedrahíta, Juan Camilo Camargo Vásquez, Juan Camilo Villa Rodríguez, Juan David Suarez Aguilera, Juan Esteban Rodríguez, Juan Manuel Martínez Valencia, Manuel Alejandro Alarcón Morales, Manuela Sofía Bustos Herrera, María Jose Cadena Santos.

Editores UNAL Medellín: Andrés Vélez Vélez, Daniel Vélez Vélez, David Mauricio Cadena, Eder Andrés Berrio, Esteban Álvarez Granda, Eyleen Yanela Miranda Torres, Jose Sebastián Acero Díaz, María Victoria Giraldo Marín, Santiago David Mendoza Lascarro, Santiago López Cifuentes, Vanessa Carolina Martínez de Ornelas, Yuberley Cruz Caicedo.

Colaboradores: Alan Esteban Londoño Escudero, Andrés David Ramos Mora, Brandon Calderón Moreno, Ciro Ferneley Gómez Madero, Diana Lucía Carbarcas Mendoza, Edwin Pierre Mancera Peña, Juan David Pemberthy Gonzalez, Juan Esteban Toro Suárez, Katerin Sánchez Andela, Kevin Felipe Castillo Forero, Liliana Carolina Bernal García, Luis Daniel David Barrera, Luis Esteban Castillo, María Luisa Martínez Serna, Zarquis Nicolas Hurtado.

COMITÉ CIENTÍFICO

Adolfo Hernández Rodríguez, Alejandro Nieto Ramos, Beethoven Herrera Valencia, Camilo José Torres Jiménez, Johanna Vásquez Velásquez, Jorge Armando Rodríguez Alarcón, Juan Camilo Galvis Ciro, Juan Carlos Velásquez Torres, Mateo Arias Rodríguez, Osmar Leandro Loaiza, Ricardo Moreno Álvarez.

FUNDADORES DE LA REVISTA

Didier Hermida Giraldo, economista, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

José de Jesús Lobo Camargo, economista, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

José Antonio Cadena Vélez, economista, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y ASESORÍA

Oficina de comunicaciones, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Coordinación de revistas del Centro Editorial, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Diseñadora: Melissa Gaviria Henao / Comunicadora: Mayra Alejandra Álvarez Bedoya/ Coordinadora de Revistas: Martha Catherine Ordoñez Grijalba

CONTACTO

Intercambio. Revista de Estudiantes de Economía, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas

Dirección: Núcleo El Volador. Carrera 65 N° 59 A - 110. Bloque 46, Piso 3, Oficina 305.

Correo electrónico: intercambio_med@unal.edu.co

Medellín, Colombia, Suramérica

Visítanos en nuestro repositorio de publicaciones Open Journal System (OJS):

<http://revistafche.medellin.unal.edu.co/ojs/index.php/intercambio>

Visítanos en nuestras redes:

Instagram/Twitter/Facebook: @revintercambio

Spotify: Intercambiando Ideas

CONTENIDO

Presentación

6-8

Amartya Sen y la teoría de las capacidades: aportes al análisis comparativo del bienestar desde una crítica al utilitarismo

Santiago Stiven Mendoza Cristancho

11-41

Analysis of unpaid care work patterns using k-means: A machine learning application on ENUT 2021 data

Helen Granados Rodríguez y Juan Miguel Rodríguez Trujillo

44-86

Plataformas digitales y desarrollo económico en Colombia: una mirada desde Lewis, Prebisch y North

Laura Valentina Hernández Parra

89-113

Uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción de satisfacción en la movilidad

*Lina Maria Álvarez Ardila, María Paula Álvarez,
Herrera y Sara Rocío Rojas Gómez*

116-137

Presentación

La Revista Intercambio es un proyecto estudiantil de la Universidad Nacional de Colombia que tiene como objetivo brindar un espacio de comunicación a la comunidad universitaria a través de la expresión, el fomento y la divulgación de productos académicos inéditos enmarcados en las ciencias económicas. Su enfoque está orientado al encuentro y retroalimentación estudiantil, contribuyendo a la comprensión y el estudio de problemas económicos y sociales, todo enmarcado en un contexto académico que incentive el debate, enriquezca la formación de los estudiantes e inspire la construcción del pensamiento crítico y propositivo.

En ese sentido, se presenta el noveno número de Intercambio, correspondiente al año 2025, el cual contiene cuatro artículos seleccionados tras un riguroso proceso de evaluación. Los trabajos reunidos en este número reflejan el enfoque de diversidad temática que promueve la revista.

La novena edición presenta, en primer lugar, el trabajo titulado "Amartya Sen y la teoría de las capacidades: aportes al análisis comparativo del bienestar desde una crítica al utilitarismo" escrito por Santiago Stiven Mendoza Cristancho, el cual ofrece un análisis teórico del enfoque de las capacidades de Amartya Sen y una formalización de sus elementos fundamentales, con el propósito de identificar sus aportes a la economía del bienestar como disciplina orientada a la praxis. El artículo examina el problema comparativo y parte de una reflexión



crítica del enfoque utilitarista tradicional para mostrar cómo el pensamiento de Sen amplía y enriquece la base analítica de este campo.

El segundo artículo, “Analysis of unpaid care work patterns using K-Means: A Machine Learning application on ENUT 2021 data”, elaborado por Helen Granados Rodríguez y Juan Miguel Rodríguez, sitúa en el centro del análisis el trabajo de cuidado no remunerado y su distribución desigual entre mujeres en Colombia. A partir de los datos de la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (ENUT) de 2021, el estudio aplica técnicas de aprendizaje automático para identificar perfiles sociodemográficos de mujeres en Colombia según el tiempo dedicado al cuidado no remunerado.

Posteriormente, a partir de tres perspectivas clásicas, el tercer artículo titulado “Plataformas digitales y desarrollo económico en Colombia: Una mirada desde Lewis, Prebisch y North” escrito por Laura Valentina Hernández, analiza el papel de las plataformas digitales en el desarrollo económico de Colombia. Mediante una metodología cualitativa de revisión bibliográfica y análisis crítico, el trabajo analiza cómo estas plataformas inciden sobre la estructura del mercado laboral y la generación de valor en un contexto caracterizado por altos niveles de informalidad y desigualdad.

Por último, se presenta el artículo “Uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción de satisfacción en la movilidad” elaborado por Lina María Álvarez, María Paula Álvarez y Sara Rocío Rojas, en el que se examina la relación entre el uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción de satisfacción con la movilidad urbana en Bogotá a partir de la Encuesta de Percepción de la Movilidad y Entornos Urbanos y empleando el método de emparejamiento por puntaje de propensión (PSM).

Adicionalmente, la revista no se limita a ser un medio de publicación, sino que constituye un eje en torno al cual se desarrollan actividades complementarias que incentivan el debate académico en el campo de las ciencias económicas. Durante este período editorial, se ha mantenido una presencia activa en redes sociales mediante la publicación de contenido relacionado con las ciencias económicas, así como la organización de eventos que contribuyen a la discusión sobre temas económicos relevantes para el país.

En particular, se organizaron eventos de diferentes líneas temáticas. En primer lugar, se brindó apoyo en la conferencia “Nuevas tendencias del mercado laboral” en el marco del ciclo de conferencias sobre coyuntura del mercado laboral colombiano, en la que participaron Stefano Farné, profesor y director del Observatorio del Mercado de Trabajo y Seguridad Social de la Universidad Externado; Luis Fernando López, investigador y profesor universitario; y Laura Moisés, profesora de la Universidad Nacional y codirectora del Banco de la República. Por otro lado, se organizó el panel “¿Quién paga el bienestar? Política fiscal y fuga de recursos en Colombia” orientado a reflexionar sobre cómo el sistema tributario y el gasto público influye en la equidad en el país. Este panel contó con Jennifer Pedraza, economista y congresista; Jairo Bautista, exdirector de Presupuesto Público del Ministerio de Hacienda y profesor de la Universidad Nacional; Luisa Fernanda Torres, investigadora de la Agencia Atenea; y Jorge Armando Rodríguez profesor de la Facultad de Ciencias Económicas. Por último, se apoyó el foro convocado por la Asociación de Economistas de la Universidad Nacional de , cuyo propósito era analizar la dirección de la política monetaria en un contexto marcado por el aumento de la inflación y los choques externos. El panel fue moderado por Álvaro Pardo, investigador económico, y contó con la participación de Germán Ávila, Ministro de Hacienda; Jorge Iván González, exdirector del Departamento Nacional de Planeación (DNP); Ricardo Bonilla exministro de Hacienda; Francisco Azuero, profesor de la Universidad de los Andes; y César Giraldo, codirector del Banco de la República.

La publicación de este número refleja el esfuerzo y compromiso de todas las personas que participaron en su elaboración. Se espera que los trabajos aquí reunidos contribuyan a fortalecer el diálogo y la discusión en el campo de las ciencias económicas. La revista reafirma su compromiso con la construcción de un espacio plural que contribuya a la comprensión y el estudio de problemas económicos.





Revista de Estudiantes de Economía / Número 9 / Enero-diciembre 2025

INTERCAMBIO

Amartya Sen y la teoría de las capacidades: aportes al análisis comparativo del bienestar desde una crítica al utilitarismo

***Amartya Sen and the theory
of capabilities: contributions
to the comparative analysis
of well-being from a
critique of utilitarianism***

.....

Santiago Stiven Mendoza Cristancho

E-ISSN 2619-6131



Amartya Sen y la teoría de las capacidades: aportes al análisis comparativo del bienestar desde una crítica al utilitarismo*

Amartya Sen and the theory of capabilities: contributions to the comparative analysis of well-being from a critique of utilitarianism
Santiago Stiven Mendoza Cristancho**

Resumen

Este estudio presenta un análisis teórico sobre el enfoque de las capacidades de Sen y una formalización de sus elementos fundamentales, con el propósito de valorar e identificar sus aportes a la estructura analítica de la economía del bienestar como cuerpo de estudio social orientado a la praxis. En particular, se presentan los aportes en lo relativo al tratamiento del problema comparativo, que surge al comparar el bienestar entre individuos, y que exige la consideración de conceptos ético-filosóficos fundamentales y postulados económicos coherentes. El análisis parte de una reflexión crítica del enfoque utilitarista adoptado por el paradigma tradicional de la economía del bienestar – y sobre sus elementos constitutivos –, y deriva el problema de establecer comparaciones del bienestar entre individuos. Finalmente, el



Intercamb. Rev. Estud.
Economía. N°. 9
Enero-diciembre 2025
127 pp.
E-ISSN 2619-6131
pp. 11-41

* **Artículo recibido:** 24 de abril de 2025 | **Aceptado:** 14 de noviembre de 2025 | **Modificado:** 10 de diciembre de 2025

** Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Correo electrónico: smendozacr@unal.edu.co

estudio identifica tres contribuciones del enfoque de Sen al problema comparativo: la expansión de la base informacional del bienestar, el desarrollo del concepto de capacidades básicas por medio de la definición de umbrales, y el aporte de una base teórica para la construcción de índices multidimensionales de bienestar.

Palabras clave: bienestar, capacidades, funcionamientos, utilitarismo, comparaciones interpersonales.

Clasificación JEL: D60, I31, I32.

Abstract

This study presents a theoretical analysis of Sen's capability approach and a formalization of its fundamental elements, with the purpose of assessing and identifying its contributions to the analytical structure of welfare economics as a socially oriented field directed toward praxis. In particular, it examines the approach's contributions to the comparative problem that arises when evaluating welfare across individuals, a task that requires the consideration of fundamental ethical-philosophical concepts and coherent economic postulates. The analysis begins with a critical reflection on the utilitarian approach adopted by the traditional paradigm of welfare economics—and on its constitutive elements—and derives the problem of making interpersonal welfare comparisons. Finally, the study identifies three contributions of Sen's approach to the comparative problem: the expansion of the informational basis of welfare, the development of the concept of basic capabilities through the definition of thresholds, and the provision of a theoretical foundation for constructing multidimensional welfare indices.

Key words: well-being, capabilities, functionings, utilitarianism, interpersonal comparisons.

JEL classification: D60, I31, I32.

1. Introducción

El desarrollo histórico de la teoría económica ha conducido a estructurar el campo de la economía del bienestar alrededor del utilitarismo individual como principio moral.

Sin embargo, el marco analítico provisto por el utilitarismo ha sido reducido en tanto que fundamenta el logro social y la motivación humana en el hedonismo, el reduccionismo egoísta y en un concepto específico de racionalidad¹. En este contexto, los fundamentos normativos de la economía del bienestar reflejan un escaso uso de consideraciones éticas complejas y un marcado distanciamiento entre los postulados éticos y económicos. En línea con esto, Amartya Sen (2003)² sostiene que dicho distanciamiento ha tenido un carácter histórico y ha sido una de las causas sustanciales del empobrecimiento de la naturaleza y alcance de la economía moderna como disciplina social, económica y política.

La amplia aceptación de los criterios del utilitarismo es precisamente una materialización del distanciamiento entre la ética y la economía, puesto que la adopción de estos no requiere de la inclusión de consideraciones éticas complejas (Sen, 2003). En contraste con la visión utilitarista, una revisión histórica de autores como Aristóteles y Adam Smith muestra visiones compartidas que asignan un papel fundamental a las consideraciones éticas en la construcción de postulados económicos. En efecto, se destaca como ambas posturas fundamentan el estudio económico partiendo de premisas con una amplia base ética sobre conceptos como el bienestar, el logro social o la conducta humana. En este sentido, la revisión histórica no solo refleja múltiples transformaciones en los fundamentos normativos y epistemológicos, sino un alcance limitado del utilitarismo para estudiar y valorar el bienestar.

La utilidad, definida como la simple satisfacción del deseo, la “felicidad” o como un indicador de elección, muestra una métrica insuficiente del bienestar en tanto que restringe la base informacional sobre la que este se valora a un espacio meramente

-
1. La racionalidad entendida como un comportamiento centrado en la maximización de la utilidad, usualmente derivada de una función que ordena sus preferencias individuales. En este sentido se asume que el tomador de decisiones posee un mecanismo que relaciona sus objetivos con un comportamiento maximizador.
 2. Economista indio graduado de Cambridge, donde fue alumno de los profesores y economistas Joan Robinson, Piero Sraffa y Maurice Dobb. En múltiples ocasiones Sen declaró estar en deuda intelectual con el pensamiento de Aristóteles y Adam Smith. En 1998 obtiene el premio nobel de economía por sus contribuciones a la economía del bienestar, y a la teoría de la elección social. Adicionalmente, se destaca su estudio de la pobreza, la justicia, y la filosofía moral.

hedonista. Ciertamente, la métrica utilitarista del bienestar es limitada porque su constructo teórico -la utilidad- es restringido. En este reducido enfoque, una de las dificultades que emergen al abordar el bienestar se materializa en el débil fundamento ético que provee para realizar comparaciones del bienestar entre individuos. Concretamente, la métrica utilitarista establece comparaciones que dependen exclusivamente de niveles abstractos de utilidad, que además de ser altamente dependientes de circunstancias individuales y subjetivas, no capturan las diferencias sustantivas en las condiciones de vida -como libertades u oportunidades- o en las distintas valoraciones que pueden llegar a formar el bienestar desde una perspectiva más amplia.

En este contexto, el utilitarismo impide una comparabilidad robusta del bienestar como consecuencia de la reducida conceptualización que posee de este. El resultado es un marco normativo que no brinda postulados económicos coherentes para analizar el bienestar social, y que no constituye una base teórica sólida sobre la cual prescribir y evaluar políticas públicas orientadas al mejoramiento de las condiciones de vida. Por una parte, la relevancia teórica de las comparaciones interpersonales ha provenido del análisis del bienestar social, el cual ha recurrido repetidamente a agregaciones que establecen distintas ponderaciones de los bienestares individuales. Por otra parte, la relevancia práctica de las comparaciones interpersonales se deriva del análisis y evaluación de políticas de provisión de bienes y servicios públicos, subsidios y programas sociales o imposiciones tributarias diferenciales. En la práctica, esto es útil para la construcción de marcos normativos o indicadores que hagan explícito el diagnóstico y comparación de condiciones o resultados de intervenciones en materia social.

En este sentido, se requiere adoptar marcos normativos del bienestar que amplíen la base informacional sobre la que se realizan las comparaciones interpersonales del mismo. Entre estos, se destaca el enfoque propuesto por Amartya Sen, que conceptualiza el bienestar con base en el conjunto de capacidades reales que poseen los individuos para hacer efectivas las condiciones de vida que consideran valiosas. Este enfoque basado en las capacidades introduce criterios alternativos para la realización de comparaciones interpersonales. Así mismo, por medio del análisis, se identifican

tres contribuciones de la propuesta de Sen al problema comparativo: la expansión de la base informacional del bienestar, el desarrollo del concepto de capacidades básicas por medio de la definición de umbrales, y el aporte de una base teórica para la construcción de índices multidimensionales de bienestar.

El estudio emplea una revisión de literatura y un análisis teórico con el objetivo de integrar tres puntos principales: i) una reflexión crítica sobre las limitaciones del utilitarismo como principio moral y sobre los resultados teóricos de imposibilidad derivados de dichas limitaciones³; ii) las implicaciones que las limitaciones del utilitarismo y los resultados teóricos tienen para la realización de comparaciones interpersonales del bienestar; y iii) las contribuciones del enfoque de Sen al problema comparativo. Por otra parte, a causa de que la revisión histórica del pensamiento económico es de un carácter extenso, se realizará un breve examen de esta en lo referente a la adopción del utilitarismo como principio moral por parte de la economía del bienestar.

Finalmente, el estudio se organiza en seis secciones, una introducción; un análisis de las posturas de Aristóteles y Adam Smith; una reflexión crítica de la economía del bienestar y la concepción utilitarista del bienestar; una presentación y formalización del enfoque de las capacidades de Sen; una síntesis de sus principales contribuciones al problema comparativo; y, por último, las conclusiones generales derivadas del análisis.

2. La dimensión en el pensamiento económico de Aristóteles y Adam Smith

El estudio de la historia del pensamiento económico muestra que, en sus antecedentes fundamentales, la economía se manifestó como una disciplina estrechamente unida a la ética, procedente de esta e instrumental para el estudio ético. Al analizar las obras clásicas de Aristóteles y Adam Smith, que representan el pensamiento y formas de vida de épocas distintas, es posible observar que, pese a que los

3. Entre estos se destacan como fundamentales el resultado obtenido por Arrow (1950), desarrollado en Arrow (1970), conocido como el “Teorema de Imposibilidad de Arrow” además de los posteriores resultados que lo refuerzan obtenidos por Parks (1976) y Kemp y Ng (1976).

fundamentos normativos y las premisas de partida difieren, estos muestran visiones y concepciones compartidas respecto a la relevancia que desempeña la ética en la construcción de los postulados económicos.

Por una parte, en obras como *Ética a Nicómaco* y *La Política*, Aristóteles concibe la economía como una de las ciencias prácticas (*epistèmè praktikè*), y fundamentalmente como una ciencia de carácter ético (Crespo, 2010). En la *Oeconomica*, por ejemplo, define la economía como una ciencia enfocada en la consecución del bienestar de la sociedad a partir de la construcción y administración del hogar (Ross y Smith, 1920). Para Aristóteles, dicho bienestar se relaciona con la realización de las capacidades humanas y el ejercicio de las virtudes, más que con la mera posesión o acumulación de bienes materiales. Por otra parte, en su enfoque, el estudio de las formas de organización económica desempeña un papel fundamental, puesto que permite el desarrollo de instrumentos conceptuales para establecer criterios de justicia distributiva en la consecución del bienestar social. En este sentido, si bien Aristóteles no concibe la economía como una disciplina autónoma, realiza aportes filosóficos sobre el bienestar, la justicia y la organización social mediante una instrumentalización de los conceptos económicos. En últimas, muestra una visión que refleja una economía supeditada estrechamente al tratamiento y enfoque de la ética y la ciencia política.

Por otra parte, el economista y filósofo moral Adam Smith⁴, desarrolla su análisis económico a partir de postulados éticos y filosóficos sobre la conducta humana. Estos postulados se encuentran expuestos en la *Teoría de los Sentimientos Morales*, donde proyecta su pensamiento acerca de la naturaleza de la moralidad y los juicios morales (Smith, 1759/2004). En su trabajo, *Investigación sobre la Naturaleza y Causas de La Riqueza de las Naciones* (INCRN), Smith parte de reconocer el mercado como un espacio de transacción entre seres morales, y a partir de su observación empírica, plantea como agentes

4. El trabajo económico de Smith, principalmente desarrollado en su obra INCRN, es considerado como el punto de partida formal de la economía occidental como ciencia, puesto que establece un marco metodológico para el análisis económico y trata de forma sistemática la producción, la distribución, el consumo y el intercambio en el contexto de una economía de libre mercado.

descentralizados que buscan su propio interés y que interactúan mediante transacciones mercantiles, pueden llevar a resultados benéficos para la sociedad en conjunto.

Sin embargo, Smith evidencia claramente que el egoísmo no es la única caracterización del comportamiento humano, y además entiende que no es el único modelo de comportamiento favorable para el bienestar social. Si bien se tiende a argumentar que para Smith el bienestar social es una consecuencia exclusiva de la motivación egoísta de los agentes económicos⁵, su objetivo consistía más en describir la lógica de las transacciones corrientes en el mercado y el principio de división del trabajo que en reducir el bienestar social a una motivación individualista. Así mismo, en su *Teoría de los Sentimientos Morales* (TSM), plantea que todo ser humano, como individuo moral, posee un deseo innato de simpatía, definida como una proyección sobre la posición del otro. En este sentido, para Smith, el interés propio que guía las transacciones del mercado no está sometido a la benevolencia, pero dado que el mercado es un espacio de transacción entre seres morales, este interés propio si se encuentra sometido a la simpatía, los juicios de un espectador imparcial y a la razón del sistema de satisfacer las necesidades de la población (Smith, 1759/2004).

Por otra parte, en la TSM, Smith plantea explícitamente desviaciones del comportamiento egoísta que son útiles para el individuo y la sociedad. Esto se refleja en aquellos apartados donde expresa que “humanidad, justicia, generosidad y espíritu público, son las cualidades de mayor utilidad para los demás” (Smith, 1759/2004, p. 65) y que la prudencia -entendida con una concepción más amplia que la de egoísmo-, es “de todas las virtudes la más útil al individuo” (Smith, 1759/2004, p. 63). En cualquier caso, la revisión del trabajo de Aristóteles y Smith, muestra visiones caracterizadas por llevar el análisis económico al campo de la ética. En suma, ambas posturas reflejan una

5. Esta malinterpretación surge del apartado en que Smith (1776/2011) propone que “No es la benevolencia del carnicero, el cervecero, o el panadero lo que nos procura nuestra cena, sino el cuidado que ponen ellos en su propio beneficio” (p. 46). En este, plasma una observación empírica sobre el funcionamiento de las transacciones mercantiles corrientes. Por otra parte, este planteamiento de individuos con una aparente motivación exclusivamente egoísta ha sido una forma de sustentar de manera infundada el supuesto de racionalidad de la teoría tradicional, entendido como la maximización del interés propio (Sen, 2003).

estrecha relación instrumental entre los conceptos éticos y económicos, y una relación de procedencia del análisis económico como parte de la ética en la medida en que las consideraciones normativas sobre la conducta humana, el bienestar, y la motivación social constituyen el punto de partida para el análisis económico.

3. Economía del bienestar y la conceptualización del bienestar utilitarista

El surgimiento de la economía del bienestar como campo disciplinar se atribuye, en principio, al tratamiento sistemático de la relación entre ética y economía, específicamente en la construcción de un concepto normativo de bienestar, y en la necesidad de desarrollar un marco teórico y analítico para enfrentar problemas asociados a este. Esta relación descansa en la tradición que vincula la evaluación del bienestar con juicios éticos sobre lo que se considera valioso para la vida social. En este marco, es posible definir la economía del bienestar a partir de una síntesis conceptual de los aportes de Cecilio Pigou, Yew-Kwang Ng, De V. Graaff, y Amartya Sen. En este sentido, puede entenderse como un campo de estudio social orientado a establecer un cuerpo teórico y analítico integral para caracterizar, determinar y evaluar el bienestar, con el fin de formular recomendaciones de política destinadas a mejorar las condiciones sociales de vida -sujetas a una estructura social de poder específica- (Pigou, 1946; Graaff, 1967; Sen, 1970; Ng, 2004).

El principio moral adoptado por la escuela bienestarista corresponde fundamentalmente al utilitarismo⁶. Esta teoría ética fue postulada inicialmente por Jeremy Bentham en el siglo XVIII, y posteriormente sistematizada por John Stuart Mill en la primera mitad del siglo XIX. El utilitarismo clásico de Bentham y Mill formuló las bases éticas posteriormente heredadas por la escuela bienestarista e influyó en el desarrollo ulterior de las herramientas analíticas de la teoría del bienestar tradicional asociada con A.C. Pigou (Casas et al., 2003; Ng, 2004). Esto se evidencia claramente al revisar obras

6. El utilitarismo es una teoría ética que tiene como justificación moral al principio de máxima utilidad, acorde con el cual una acción es correcta si produce la mayor felicidad -utilidad- para el mayor número de personas.

como los *Principles of Economics* de Marshall (1890), donde la utilidad se define como correlativa del deseo (p. 61). Del mismo modo, en la obra *Mathematical Psychics: An Essay on the Application of Mathematics to the Moral Sciences* de Edgeworth (1881), se sostiene que el cálculo económico investiga el equilibrio de un sistema de fuerzas hedónicas tendientes a la máxima utilidad individual (p. 15). Así mismo, acorde con Sen (2002):

Durante largo tiempo la economía de bienestar fue dominada por una aproximación particular, como fue, el utilitarismo, iniciado en su forma clásica por Jeremy Bentham, y llevado a su máxima expresión por economistas tales como John Stuart Mill, Francis Edgeworth, Henry Sidgwick, Alfred Marshall y A.C. Pigou. El utilitarismo ha sido la teoría “oficial” de la economía de bienestar. (p. 11)

Así mismo, el utilitarismo también se destaca por su influencia en la configuración del paradigma neoclásico del pensamiento económico, el cual posee una relación estructural con la economía del bienestar⁷. El utilitarismo estableció las bases para el desarrollo del supuesto de la motivación egoísta y la conceptualización del óptimo planteada por Pareto (1906/2014) en su *Manual of Political Economy*. Así mismo, la relevancia detrás del supuesto de egoísmo individual y del concepto de óptimo de Pareto se debe a que estos dos elementos fungieron como un vínculo entre los utilitaristas y los economistas neoclásicos (Valencia y Cuervo, 2010). Por otra parte, la economía del bienestar se desarrolló en gran parte al interior del marco conceptual y metodológico del paradigma neoclásico, y se ha caracterizado por ser su expresión normativa para el tratamiento de problemas de asignación distributiva y análisis de políticas públicas.

El concepto de bienestar empleado por el utilitarismo es fundamentalmente el de utilidad. Por una parte, a nivel individual esta utilidad se define como la satisfacción del deseo, la “felicidad” o como un indicador de elección (Pigou, 1946; Graaff, 1967; Sen, 2003). Así mismo, a nivel social la utilidad se define como la suma total de las

7. El concepto de paradigma es atribuido principalmente a Kuhn (1962/2019) con base en su obra *The Structure of Scientific Revolutions*, donde hace uso de este para referirse al conjunto de supuestos, métodos, teorías y valores compartidos por una comunidad científica.

utilidades individuales. Esta conceptualización del bienestar basado en la utilidad se deriva de la descomposición del utilitarismo en tres principales criterios: el consecuencialismo, el “welfarismo” y la ordenación mediante la suma (Sen, 1984). Estos constituyen restricciones informacionales para la realización del juicio moral o lo que se conoce como requerimientos implícitos de invarianza⁸.

Primeramente, el consecuencialismo es el principio por el que la evaluación moral de los estados sociales se realiza exclusivamente a partir de sus consecuencias – en este caso en términos de utilidad-, atribuyendo por tanto una relevancia nula a los hechos causales⁹. Por otra parte, el “welfarismo” se refiere al principio bajo el que la evaluación moral de los estados sociales se realiza exclusivamente sobre la información relativa al bienestar. Finalmente, la ordenación mediante la suma es el principio que toma exclusivamente la suma total de las utilidades individuales -la cual define como utilidad social- como la base informacional para la evaluación moral de los estados sociales (Sen, 1985). En suma, los criterios muestran que el utilitarismo valora el bienestar de distintos estados sociales únicamente a partir de sus consecuencias en términos de utilidad social, la cual define como una agregación de utilidades individuales.

En cualquier caso, la utilidad es una métrica insuficiente del bienestar y del valor que los individuos asignan a un estado u otro. Primeramente, la utilidad como “felicidad” es un reflejo insuficiente del bienestar, puesto que aun cuando la felicidad subjetiva -entendida como estado mental- puede ser un elemento constitutivo y relevante del bienestar, esta excluye estados alternativos de conciencia individual que pueden ser relevantes para la valoración del bienestar, como la gratitud, la aceptación

8. Sen (1980) define los requerimientos implícitos de invarianza como aquellos criterios que definen el conjunto de información base para la evaluación de los distintos estados sociales. Se plantean como requerimientos de invarianza a causa de que se mantienen como estándares fijos para realizar juicios morales en distintas situaciones. Un ejemplo de esto en el marco del utilitarismo es el consecuencialismo, puesto que, al realizar juicios morales sobre las acciones, considera únicamente sus consecuencias.

9. El concepto de estado social posee múltiples acepciones, Arrow lo definía como una representación completa de la distribución de bienes, recursos o elecciones. En este contexto el concepto de estado social se refiere a una configuración completa de la sociedad, que incluye la distribución de los bienes y recursos, así como arreglos institucionales.

y el propósito. Así mismo, debido a su carácter inobservable y a que las mercancías o estados no hacen feliz o infeliz a todos de la misma manera, la métrica hedonista de la utilidad impone restricciones a la medición del grado de felicidad individual y la variabilidad de este entre distintos individuos.

De la misma forma, considerar la utilidad como la satisfacción del deseo impone la dificultad de establecer mediciones precisas. Efectuar mediciones sobre la satisfacción del deseo implica realizar juicios de valor sobre la intensidad con la que el individuo desea aquello que juzga valioso, y ello depende a su vez de elementos circunstanciales al individuo y puede corresponder a información sesgada e imprecisa. En efecto, la medición de la intensidad en la satisfacción del deseo no genera una cardinalidad interpersonalmente comparable debido a que aporta información individual altamente dependiente circunstancialmente. Esto refleja una insuficiencia metodológica que introduce un sesgo en las valoraciones éticas sobre lo que los individuos desean. En la práctica, al evaluar el bienestar sería deseable contar con un criterio que de ser caracterizado como cardinal, sea también interpersonalmente comparable (Sen, 1985).

Finalmente, la utilidad como un indicador del comportamiento individual ante situaciones de elección es un reflejo limitado del bienestar y posee poca funcionalidad práctica. Por una parte, considerar únicamente la elección evade la pluralidad de consideraciones morales que no están dirigidas al logro del bienestar y que pueden tener mayor relevancia para el agente que el logro de este. Esto ocurre inclusive aun cuando las consideraciones morales influyen en la elección individual, puesto que el individuo no elige únicamente para lograr su bienestar (Sen, 1985). Por otra parte, en la práctica se hace notable la dificultad de construir una representación binaria de las preferencias individuales a causa de la insuficiente adaptabilidad del comportamiento a los axiomas matemáticos. Esta limitación se ha reflejado en la introducción de múltiples supuestos ad-hoc con el fin de representar las preferencias individuales.

4. Cuestionamientos centrales sobre el utilitarismo como principio moral y criterios de comparación interpersonal del bienestar

La caracterización y reflexión crítica del utilitarismo y de su conceptualización del bienestar comporta múltiples cuestionamientos en cuanto a su naturaleza como principio moral. En este contexto, se plantean dos cuestionamientos centrales: i) ¿los juicios valorativos producidos por el utilitarismo reflejan el logro social? y ii) ¿es la base informacional de las utilidades un criterio insoluble para establecer comparaciones interpersonales de bienestar entre individuos?

Respecto al primer cuestionamiento, se sostiene que, en contraste con otros enfoques, el utilitarismo presenta una limitada capacidad para reflejar el logro social debido a que lo reduce al logro del bienestar. El logro del bienestar es apenas una de las múltiples formas en las que el individuo puede dirigir su accionar, puesto que este puede comprender múltiples consideraciones morales de una naturaleza no necesariamente hedonista o bienestarista, las cuales se excluyen en la base informacional de la utilidad. Así mismo, un logro social hedonista se muestra reducido al considerar enfoques alternativos que incluyen una mayor gama de valores, como es el caso del enfoque aristotélico.

En su obra *Ética a Nicómaco*, Aristóteles considera que el fin supremo del ser humano es alcanzar una felicidad que no se encuentra reducida al espacio del placer, sino que se define como el ejercicio pleno de las virtudes¹⁰. En este sentido, el paradigma aristotélico del logro social parte de una conceptualización pluralista de la naturaleza humana que va más allá del logro del bienestar. Esto genera una visión diferente a la utilitarista, puesto que cuenta con una base informacional que incluye una gama de valores más amplia para la realización de juicios morales.

El logro social es irreductible al logro del bienestar entendido únicamente de

10. Para Aristóteles, estas virtudes se encuentran definidas como hábitos y disposiciones que permiten al ser humano actuar de acuerdo con la razón (Aristóteles y Bonet, 1985). En este contexto se destaca el concepto de *Bios*, que hace referencia a la vida del ser racional, que alcanza la felicidad si vive en función de su razón en el contexto de una gubernamentalidad caracterizada porque el ejercicio de poder es de los libres por los libres.

forma hedonista. Para dar cuenta de dicha irreductibilidad se requiere de una conceptualización más amplia del individuo, y es en este sentido que Sen (1985) postula una conceptualización dual que distingue entre el “aspecto de bienestar” y el “aspecto de agencia” de una persona. Por una parte, el aspecto de bienestar considera al individuo exclusivamente en términos de su propio bienestar, tomando en cuenta la heterogeneidad de los individuos y las diferentes capacidades que poseen para alcanzarlo. Por otra parte, el aspecto de agencia considera al individuo en términos de la capacidad que posee para lograr los fines que valora, incluso si estos fines no están orientados directamente a su propio bienestar. En este sentido, como alternativa a los criterios utilitaristas, la conceptualización dual del individuo en Sen busca ampliar la fundamentación ética del logro social mediante la inclusión de valores de agencia.

La poca profundidad con la que el utilitarismo refleja el logro social se deriva de la exclusión analítica del aspecto de agencia individual. Las restricciones informativas del utilitarismo admiten únicamente la información relativa al aspecto de bienestar, y en particular, al espacio aún más reducido del logro hedonista. En contraste con el enfoque utilitarista, los argumentos de Aristóteles y de Sen muestran cómo la dimensión ética del logro social y la motivación humana son un aspecto irreductible del individuo. En efecto, al partir de información no necesariamente relativa al espacio hedonista, los juicios valorativos realizados a partir de los enfoques de Aristóteles y Sen permiten definir el logro social con una mayor amplitud de valores que en el caso utilitarista.

Finalmente, Sen reconoce que, en la práctica, la formación y el logro de la agencia tienen lugar en un contexto de relaciones sociales de poder con un marco institucional específico. Las instituciones y el estado no necesariamente garantizan la capacidad del individuo para ser agencia puesto que la formación y el logro de la agencia no dependen únicamente de la actividad individual, sino que están condicionados a las oportunidades ofrecidas por la estructura social a la que se adscribe el individuo en particular. En este sentido, dado que el individuo y su agencia se forman y se proyectan desde un sistema social, físico, cultural y político, el análisis debe incluir los elementos propios de la estructura social que transforman o generan heterogeneidad en el logro

de su agencia y bienestar. Para incluir la forma en que la estructura social condiciona la formación y el logro de la agencia, Sen incluye el concepto de factores sociales de conversión para denotar aquellos factores que inciden en la formación de los objetivos de agencia y en la capacidad de que estos sean alcanzados (Sen, 1992).

Respecto al segundo cuestionamiento, se sostiene que el empleo de comparaciones interpersonales de la utilidad presenta dificultades de carácter ético, analítico y práctico, que limitan el análisis del bienestar social. Para esto, se parte de la premisa de que la sociedad no es un cuerpo independiente de los individuos, y en ese sentido, el estudio de los agregados sociales exige el desarrollo de un método analítico que articule de forma adecuada las condiciones individuales con los resultados obtenidos en el agregado social. Este método analítico debe desarrollarse sin excluir la forma en que aquellos factores presentes en la estructura social se manifiestan como determinantes en la caracterización y realización del bienestar, como pueden ser las interrelaciones entre individuos, la cultura, las relaciones de poder, las instituciones, la clase social o el lenguaje.

En el caso de la determinación utilitarista del bienestar social, el método de articulación se da a través de la “agregación” de las utilidades individuales en una función de bienestar social. Esta función puede o no involucrar el uso de comparaciones interpersonales dependiendo de la forma funcional que adopten las utilidades individuales, la cual puede ser cardinal, expresando así la intensidad de las preferencias individuales -utilidad como felicidad o satisfacción del deseo-, u ordinal, expresando únicamente los ordenamientos individuales entre las preferencias -utilidad como indicador de elección-. Así mismo, en cuanto a la comparabilidad entre individuos, Sen (1970) y Ng (2004) brindan un marco analítico que distingue entre la comparabilidad de nivel, la comparabilidad de unidades, la comparabilidad total, y la no comparabilidad¹¹.

11. La comparabilidad de nivel hace referencia a la comparación total de las utilidades y responde a preguntas del tipo “¿es el individuo A más feliz que el individuo B?”. La comparabilidad de unidades hace referencia a las diferencias de utilidades entre situaciones, respondiendo a preguntas del tipo “¿el individuo J mejora en más de lo que el individuo K empeora al pasar del estado x al estado y?”. Así mismo, la comparabilidad total se define como aquella que incluye la comparabilidad de nivel y la comparabilidad de unidades, mientras que la no comparabilidad refleja una situación donde hay ausencia de ambas (Ng, 2004).

Debido a que el tipo de comparabilidad empleado depende de la forma en que se agregue la utilidad social -y específicamente de la forma funcional de las utilidades individuales-, la adopción de cada forma funcional comporta diversas dificultades al momento de efectuar comparaciones de utilidad entre individuos. Primeramente, cuando la utilidad se encuentra en su forma cardinal y pretende medir la intensidad de la satisfacción o la felicidad, efectuar comparaciones interpersonales manifiesta dificultades de carácter ético. Esto es un resultado directo de la naturaleza de la utilidad, puesto que la metodología empleada en su construcción se fundamenta sobre juicios de naturaleza intrínsecamente ética de la percepción y valoración de los individuos respecto a la felicidad o la satisfacción del deseo que obtienen. Consecuentemente, la percepción del individuo presenta una significativa dependencia circunstancial de los elementos inherentes a la realidad propia de este y del estado de consciencia asociado a ciertas preferencias y expectativas. Esto introduce un sesgo en el análisis comparativo, puesto que, en la práctica, no se incluyen las diferencias en las percepciones de los individuos, mostrando el carácter limitado de la utilidad cardinal para capturar las diferencias entre estas. Citando a Sen (2003):

Juzgar el bienestar de una persona exclusivamente por la felicidad o la satisfacción del deseo comporta unas limitaciones en el contexto de las comparaciones interpersonales del bienestar, ya que el grado de felicidad refleja lo que una persona puede esperar y como la situación social aparece en comparación con esto. Una persona que ha tenido una vida desdichada, con muy pocas oportunidades y con bastante poca esperanza, se puede conformar más fácilmente con las privaciones que otras personas que han crecido en unas condiciones más afortunadas. Por lo tanto, la métrica de la felicidad puede distorsionar el grado de privación. (p. 62)

Por otra parte, las comparaciones interpersonales de la utilidad cardinal presentan dificultades prácticas y analíticas. Estas dificultades se asocian con la medición individual de las utilidades cardinales, puesto que además de intentar medir valoraciones subjetivas altamente heterogéneas, la métrica empleada por la utilidad cardinal puede distorsionar la revelación de la intensidad en las percepciones

individuales, conllevando la poca inclusión de variabilidades interpersonales en dichas percepciones. En efecto, estas dificultades son un resultado de pretender responder al carácter mental y circunstancial de los juicios morales, y en conjunto convergen como una limitación al análisis del bienestar colectivo. La toma de decisiones cuando existen este tipo de dificultades sin resolver introduce sesgos en las comparaciones interpersonales e impone el problema de contar con ordenamientos incompletos de bienestar¹², impidiendo así la evaluación del mismo (Sen, 1985). En la práctica, la suma aritmética de las utilidades individuales, en lugar de brindar un análisis sobre el bienestar social, se conforma como un conglomerado heterogéneo de las situaciones individuales de bienestar (Graaff, 1967).

Ahora bien, al considerar la utilidad en su forma ordinal, la teoría prescinde de la realización de comparaciones interpersonales de la utilidad y fundamenta el análisis sobre el concepto limitado de óptimo de Pareto. La construcción del óptimo planteado por Pareto se basa en la concepción de que un estado social es óptimo si no se puede aumentar la utilidad de algún individuo sin reducir la utilidad de otro (Sen, 2003). En este sentido, el concepto es limitado en materia distributiva, puesto que su criterio de optimalidad evalúa la asignación de las utilidades sin importar la distribución inicial de los recursos. Así mismo, el óptimo de Pareto no involucra comparaciones debido a que sólo es posible evaluar los cambios cuando estos empeoran o mejoran la situación de todos los individuos. En efecto, el concepto brinda información sobre que asignaciones sociales cumplen el criterio de optimalidad, pero no establece un ordenamiento de estas en términos de bienestar social (Ruggles, 1957). En suma, la adopción del óptimo de Pareto refleja la carencia de una justificación ética del logro social y además no da cuenta del papel de la distribución en el bienestar de una sociedad.

En segundo lugar, al emplear la utilidad ordinal y prescindir de las comparaciones

12. Un ordenamiento incompleto se refiere a una situación donde no todos los elementos de un conjunto pueden ser comparados entre sí mediante una relación de orden definida. En el contexto de las comparaciones de bienestar, esto significa que existe al menos un par de estados sociales que no pueden ser ordenados en términos de bienestar. En dicho caso no se podrá decidir si uno u otro presenta un bienestar mayor o igual.

interpersonales, emergen dificultades de carácter analítico y práctico en la determinación del bienestar social. Esto se observa a partir del resultado teórico obtenido por Kenneth Arrow en sus obras *A Difficulty in the Concept of Social Welfare* y *Social Choice and Individual Values*, donde muestra que no es posible hallar una regla o método consistente que permita derivar el bienestar social a partir de un conjunto de ordenamientos individuales, puesto que las condiciones que posibilitarían la agregación de las utilidades en una función de bienestar social son incompatibles¹³ (Casas et al., 2003; Ng, 2004). Esta conclusión, caracterizada por estar desmarcada del terreno de las comparaciones interpersonales brinda un resultado conocido en la literatura como el “Teorema de Imposibilidad de Arrow”, el cual refleja los problemas matemáticos y filosóficos del concepto de utilidad y del método de articulación entre los ordenamientos sociales y los ordenamientos individuales.

La incompatibilidad entre las condiciones de agregación de las utilidades es un resultado de pretender obtener el bienestar social ya no desde la utilidad en su forma cardinal, sino desde su forma ordinal (Sudgen, 1993). El Teorema de Arrow implica que, si se excluye la posibilidad de efectuar comparaciones interpersonales de utilidad, los únicos métodos para derivar un ordenamiento de preferencias sociales a partir de los ordenamientos de preferencias individuales que sean satisfactorios y estén definidos para un amplio rango de conjuntos de ordenamientos individuales son necesariamente impuestos o dictatoriales (Arrow, 1970).

En síntesis, al cuestionar el utilitarismo como principio moral se develan tres puntos fundamentales. En primer lugar, el análisis muestra que el utilitarismo posee una reducida capacidad para reflejar el logro social en comparación con otros enfoques. Esto es fundamentalmente una consecuencia de la exclusión analítica del aspecto de agencia individual. En segundo lugar, la construcción teórica y conceptual de la utilidad cardinal no garantiza la comparabilidad interpersonal de las utilidades individuales. Esto

13. Las condiciones derivadas de Arrow (1950) y Arrow (1970) corresponden a las condiciones de dominio universal, racionalidad, independencia de alternativas irrelevantes y Pareto. El resultado obtenido por Arrow será posteriormente reforzado por los desarrollos de Parks (1976) y de Kemp y Ng (1976), quienes le aportan una mayor generalidad al teorema.

es un resultado de no incluir las variabilidades entre las percepciones de los individuos, las cuales dependen de factores circunstanciales y subjetivos que introducen un sesgo al análisis comparativo. En tercer lugar, al descartar la posibilidad de efectuar comparaciones interpersonales de utilidad, se hacen incompatibles las condiciones que permiten la agregación social a partir de los ordenamientos individuales. Esto se evidencia a partir del Teorema de Arrow, que revela los problemas matemáticos y filosóficos presentes en el concepto de utilidad y en el método de agregación social de las utilidades.

5. Conceptualización y formalización de los elementos teóricos básicos del enfoque de las capacidades

La superación de las dificultades éticas, analíticas y prácticas del utilitarismo exige la consideración de un marco alternativo del bienestar que permita incluir tanto una perspectiva integral y detallada del individuo, como los elementos de la estructura social que forman y condicionan su agencia individual. En este sentido, se destaca el enfoque propuesto por Amartya Sen, que conceptualiza el bienestar con base en el conjunto de capacidades reales que poseen los individuos para ejercer su agencia haciendo efectivas las condiciones de vida que consideran valiosas. El objetivo de este enfoque basado en las capacidades, es ofrecer un marco normativo universal que permita la evaluación y la valoración del bienestar individual y social (Colmenarejo, 2016).

El enfoque de Sen se fundamenta en la conceptualización del bienestar en términos de funcionamientos y capacidades. Por una parte, los funcionamientos son los distintos tipos de estados y acciones de la vida humana que son alcanzados (Sen, 1985). Los funcionamientos se definen como la característica primaria del bienestar -expresan el bienestar realizado-, puesto que reflejan el estado de ser de un individuo, entendido como un conjunto o vector de funcionamientos particular (Sudgen, 1993). Por otra parte, las capacidades son las oportunidades reales que el individuo tiene para alcanzar los distintos tipos de estados y acciones (Sen, 1985). En este sentido, las capacidades son libertades concebidas como oportunidades reales y reflejan el conjunto de vectores de funcionamientos alcanzables por el individuo -expresan el bienestar

factible-. Bajo esta perspectiva los funcionamientos denotan las capacidades que han sido alcanzadas ya sea voluntariamente, por imposición o por casualidad. Así mismo, el concepto de capacidades, más allá de reflejar las habilidades propias del individuo para elegir algún tipo de vida, refleja el conjunto de oportunidades reales que este posee ante las restricciones impuestas por factores físicos, personales, sociales y políticos (Nussbaum y Sen, 1993; Robeyns y Byskov, 2025; Sen, 1985, 2003).

En línea con lo anterior, Sen introduce el concepto de factores de conversión para referirse al conjunto de elementos personales, sociales, y del medio físico que condicionan la formación y el logro de los objetivos en términos de agencia y bienestar (Sen, 1992). Los factores de conversión determinan el grado en que un individuo deriva funcionamientos a partir de un recurso y la capacidad que tiene el individuo de alcanzar los distintos estados y acciones (Robeyns y Byskov, 2025). En este sentido, un ejemplo dado por Robeyns y Byskov (2025), es la capacidad de obtener movilidad a partir de una bicicleta, que depende de que se cumplan una serie de condiciones como la aptitud física, las normas sociales (p. ej., si las mujeres tienen permitido montar bicicleta), y la disponibilidad de carreteras o ciclovías adecuadas. En contraste con la visión utilitarista, la inclusión de factores de conversión enfatiza las diferencias en la forma en que los individuos derivan capacidades y funcionamientos a partir de los bienes que usan o poseen, e intenta capturar el carácter multidimensional del bienestar mediante la expansión de su base informacional (Blanco y Sam, 2014).

Por otra parte, el enfoque de Sen considera que los funcionamientos y las capacidades son la base fundamental para efectuar comparaciones interpersonales de bienestar, puesto que incluyen el rango de estados y acciones alcanzables para el individuo (Robeyns y Byskov, 2025). Los funcionamientos, que representan el bienestar realizado, son el criterio empleado para comparar el bienestar alcanzado entre individuos, mientras que las capacidades, que representan el bienestar factible o potencial, son el criterio empleado para comparar las oportunidades reales de alcanzar dicho bienestar. Adicionalmente, Sen define el concepto de capacidades básicas como aquellos funcionamientos valiosos que permiten la realización de la vida humana, como la “habilidad

para tener una larga vida, escribir, leer y evitar enfermedades prevenibles, para trabajar sin sufrir discriminación y participar en la vida pública” (Urquijo, 2014). En últimas, los conceptos de bienestar factible y bienestar realizado definen el marco normativo para evaluar el bienestar, mostrándose especialmente útiles al estudiar problemas asociados al hambre, la escasez, la injusticia, la violencia y la integridad física.

Así mismo, el enfoque de las capacidades aborda la vida humana y la métrica del bienestar desde una perspectiva que contrasta con las premisas centrales del utilitarismo. El enfoque parte de una postura liberal en tanto que considera la libertad como el medio para alcanzar el desarrollo y el bienestar general, y como el fin último de la vida económica (Sen et al., 2000). En este contexto, la libertad es un elemento constitutivo del bienestar social, y ello se refleja en el papel que desempeñan las capacidades en la construcción de los fundamentos normativos del enfoque, puesto que, en este, las capacidades son libertades concebidas como oportunidades reales. Por otra parte, cabe resaltar que, si bien Sen enfatiza en la expansión de las libertades como una prioridad moral para alcanzar el bienestar, en la práctica el ejercicio de la agencia se da dentro de estructuras sociales que enfrentan condicionamientos históricos y tensiones de poder y desigualdad que limitan la realización de dichas libertades.

Por otro lado, la aplicabilidad empírica del enfoque de Sen enfrenta dos principales desafíos. El primero, se refiere a la cuestión de si la mensurabilidad implica seleccionar entre capacidades y funcionamientos para estudiar el bienestar. El segundo, corresponde a la cuestión de cómo seleccionar las capacidades o funcionamientos que se deben considerar valiosos como medida del bienestar, y que ponderaciones se deben asignar a cada una. En efecto, estos cuestionamientos definen la operatividad del enfoque para las aplicaciones empíricas.

En primer lugar, la elección entre capacidades o funcionamientos persiste como una cuestión que depende de consideraciones normativas, conceptuales y empíricas. En la práctica, la evaluación del bienestar a partir del marco planteado por el enfoque de las capacidades se enfrenta a restricciones de información y mensurabilidad. Idealmente, el enfoque plantea que al tener en cuenta tanto las capacidades como los

funcionamientos, se capturan las oportunidades reales de bienestar y los logros de este. Sin embargo, debido a los altos requerimientos informacionales, las aplicaciones empíricas tienden a emplear los funcionamientos debido principalmente a su carácter directamente observable y mayormente medible, o a factores como la parsimonia o la relevancia práctica (Robeyns y Byskov, 2025).

En segundo lugar, en la práctica, la evaluación y comparación del bienestar requiere seleccionar y ponderar las capacidades y funcionamientos considerados como valiosos o relevantes para el análisis. Sen plantea, que tanto la selección del conjunto de funcionamientos a considerar en la evaluación del bienestar, como los ordenamientos y ponderaciones para la comparabilidad de este, son un producto social del razonamiento público y de consensos deliberativos provenientes de escrutinios (Sudgen, 1993; Urquijo, 2014). En este sentido, las comparaciones del bienestar dependen de relaciones de dominancia entre estados provenientes de consensos valorativos. Sin embargo, si bien Sen plantea en términos generales que debería realizarse un proceso democrático y de razonamiento público, no explica en detalle cómo podría y debería realizarse la selección y ponderación de las capacidades socialmente valiosas (Robeyns y Byskov, 2025).

Al evadir la selección de una lista específica de capacidades y funcionamientos, Sen procura evitar una postura paternalista del bienestar, puesto que evita imponer una definición específica de este. Esto se debe fundamentalmente a su ideal de agencia, que plantea que cada sociedad debería decidir por sí misma lo que es el bienestar mediante la inclusión de capacidades y funcionamientos que considere socialmente valiosos (Robeyns y Byskov, 2025). En este sentido, la operatividad del enfoque de las capacidades resalta el hecho de que la agencia se forma y se proyecta desde un sistema social específico. Sin embargo, si bien la idea de un escrutinio público busca responder a los factores propios de cada sistema social, el alcance de este para reflejar la capacidad de agencia de una sociedad específica se puede encontrar limitado por su acceso a los mecanismos institucionales y por la proyección e instrumentalización de los individuos a la estructura social de poder.

Ahora bien, se presenta una formalización de los funcionamientos y las capacidades a nivel individual. Esta formalización busca ofrecer una aproximación operativa a ambos conceptos teóricos, aun cuando las capacidades y funcionamientos no son -por su naturaleza social- elementos fijos ni predeterminados. Sin embargo, para fines analíticos y expositivos se representan mediante conjuntos definidos, sin la intención de reducir la amplitud de ambos conceptos y admitiendo así múltiples extensiones y mejoras posteriores.

Sea $n \in \mathbb{N}$ el número de dimensiones relevantes para el individuo, denotemos por F_i el conjunto de niveles posibles del funcionamiento i , donde $i = 1, \dots, n$. El conjunto F_i puede ser discreto, si los niveles del funcionamiento i son categorías o escalas enteras, o continuo si los niveles del funcionamiento i implican escalas continuas o intervalos. Un vector de funcionamientos particular se denotará $f = (f_1, \dots, f_n)$ donde $f_i \in F_i$. El conjunto de vectores de funcionamientos posibles se denotará como el producto cartesiano $F = \prod_{i=1}^n F_i$ es decir, este estará definido como $F = F_1 \times \dots \times F_n$ o equivalentemente, $F = \{(f_1, \dots, f_n) | f_1 \in F_1, \dots, f_n \in F_n\}$. Consecuentemente, el vector de funcionamientos efectivo se puede definir como $\hat{f} = (\hat{f}_1, \dots, \hat{f}_n)$ tal que $\hat{f} \in F$, es decir, corresponde a la combinación de funcionamientos que se hace efectiva entre todas las posibles.

Por otra parte, sea ϕ una condición compuesta por los factores de conversión que influyen en la factibilidad de los funcionamientos, entonces las capacidades del individuo correspondientes al conjunto de vectores de funcionamientos factibles se definirán como el conjunto $C = \{f \in F | f \text{ satisface } \phi\}$, de forma que $C \subseteq F$. El conjunto C representa las oportunidades reales que tiene el individuo de lograr su bienestar, es por esta razón que el enfoque considera que la evaluación y comparación del bienestar se debe realizar idealmente tanto en función de las capacidades en C , que reflejan el bienestar factible, como del vector de funcionamientos elegido $\hat{f}$, que refleja las dimensiones del bienestar realizado.

A modo de ilustración, consideremos una situación donde se examinan dos ámbitos de vida particulares para un individuo, su educación y nutrición. Partiendo de la existencia de niveles discretos de educación y nutrición, se definen los conjuntos de

funcionamientos $F_1 = \{f_1 | f_1 \text{ es un nivel educativo}\}$, como el conjunto que contiene todos los posibles niveles de educación y $F_2 = \{f_2 | f_2 \text{ es un nivel de nutrición}\}$, como el conjunto que contiene los posibles niveles de nutrición (p. ej., estar o no adecuadamente nutrido). En el análisis, este enfoque permite que cada funcionamiento corresponda a una cualidad, como en el caso del nivel educativo, o a una cantidad, representada por un índice numérico. En este sentido, si bien la nutrición puede tener un carácter cualitativo como estar o no adecuadamente nutrido, también puede tener un carácter cuantitativo mediante la adopción de un índice de masa corporal (IMC) o la ingesta calórica diaria.

En este contexto, el conjunto de todos los posibles vectores de funcionamientos será $F = \{(f_1, f_2) | f_1 \in F_1, f_2 \in F_2\}$. El estado de ser del individuo respecto a estos ámbitos de vida corresponde al vector de funcionamientos realizado $\hat{f} = (\hat{f}_1, \hat{f}_2)$, que podría estar descrito como $\hat{f} = (\text{educación superior}, \text{nutrición adecuada})$. Por otra parte, dado que la condición compuesta ϕ hace referencia a aquellos factores que influyen en la factibilidad de los posibles funcionamientos, esta puede incluir factores físicos y culturales, como normas sociales, tradiciones religiosas y disposiciones dietéticas; económicos, como el presupuesto, la disponibilidad y los costos; e institucionales y políticos, como regulaciones alimentarias, guerras, subsidios u otros. Así mismo, el conjunto de capacidades $C = \{f \in F | f \text{ satisface } \phi\}$ será el conjunto de vectores de funcionamientos $f = (f_1, f_2)$ que son realmente alcanzables para el individuo dadas las condiciones de factibilidad especificadas por ϕ . En este sentido, algunas de estas capacidades pueden describirse por un conjunto C donde se tengan combinaciones alcanzables de educación básica, media y superior con adecuada o inadecuada nutrición.

6. Algunas contribuciones del enfoque de las capacidades al análisis comparativo del bienestar

A partir de la reflexión crítica del utilitarismo y el análisis de la teoría de las capacidades de Sen, se identifican tres principales contribuciones al análisis comparativo del

bienestar entre individuos. La primera contribución del enfoque de las capacidades radica en su provisión de una base informacional pluralista, multidimensional y extensiva para la valoración del bienestar y la realización de comparaciones interpersonales del mismo. En este marco, el bienestar se fundamenta sobre las oportunidades reales de alcanzar funcionamientos. Así mismo, Sen plantea que la definición del bienestar y las comparaciones interpersonales, son un producto social del razonamiento público y de escrutinios donde se deciden las capacidades y funcionamientos socialmente valiosos para una sociedad específica. Es precisamente la consideración de las capacidades y la inclusión de la agencia en el análisis lo que amplía la base informacional, puesto que además de incluir una visión más integral del individuo, permite tomar en cuenta su relación con los factores de la estructura social y la forma en que el individuo se proyecta desde esta.

La segunda contribución se deriva del concepto de capacidad básica, conceptualizado por Sen (1997) como la habilidad del individuo para funcionar. Concretamente, las capacidades básicas son un criterio valorativo del bienestar que permite comparar de forma integral las condiciones de vida entre los individuos y entre estados alternativos. Con base en este concepto, Sen y Drèze analizan el desarrollo económico de la India a partir de la conformación de indicadores y umbrales básicos de evaluación sobre aquellos funcionamientos necesarios para el desarrollo de la vida humana (Urquijo, 2014). Consecuentemente, el concepto de capacidades básicas derivado del enfoque permite el ordenamiento y comparabilidad del bienestar de los distintos estados sociales a partir de la definición de umbrales básicos.

La tercera contribución se deriva de la conceptualización pluralista y multidimensional que el enfoque de las capacidades brinda del bienestar y de los juicios sobre este. Esta radica en que el enfoque de las capacidades se desempeña como una base teórica para la construcción de indicadores e índices de bienestar que permiten comparar el bienestar entre individuos y sociedades. Con base en los conceptos de funcionamientos y capacidades y a partir de la construcción de índices, se generan mecanismos operacionales que permiten comparar, ordenar y evaluar los estados

sociales para finalmente plantear políticas públicas. En efecto, una descripción de la realidad social que se encuentre direccionada al tratamiento de las problemáticas asociadas al bienestar implica la realización de ordenamientos de este por medio de comparaciones entre los distintos estados factibles. Es en este sentido que toma relevancia la construcción de índices multidimensionales, cuya construcción se direcciona a la medición de los funcionamientos y capacidades de una sociedad específica.

Acorde con Atkinson (1999), una de las implementaciones empíricas más notables del enfoque de las capacidades corresponde a la construcción del Índice de Desarrollo Humano (IDH). Este es publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2022). Se trata de un índice compuesto cuya construcción se basa en tres índices centrales, cada uno asociado a una dimensión particular del bienestar: salud, educación e ingreso. Debido a que el IDH se construye a partir de datos observados y es esencialmente una valoración ponderada, es posible realizar una descripción de sus dimensiones a partir de la formalización operativa anteriormente presentada. Las tres dimensiones consideradas por el IDH corresponden a la salud, la educación y los ingresos monetarios. Si se considera que $\overline{F_1}, \overline{F_2}, \overline{F_3}$ corresponden a los conjuntos de funcionamientos posibles e individuales para cada dimensión respectivamente, entonces el conjunto de vectores de funcionamientos conforma un conjunto de triplas de la forma:

$$F = \{(f_1, f_2, f_3) | f_1 \in F_1, f_2 \in F_2, f_3 \in F_3\}$$

Donde f_1, f_2, f_3 denotan el nivel individual de cada funcionamiento en forma de índices. En la construcción del IDH, $\overline{f_1}$ es un índice de expectativa de vida basado en el indicador de expectativa de vida al nacer, $\overline{f_2}$ es un índice de educación basado en los indicadores correspondientes a los años esperados de escolarización y la media de estos, y $\overline{f_3}$ es el índice del Producto Interno Bruto que toma como indicador el Producto Interno Bruto per Cápita (PNUD, s.f.).

Adicionalmente, el IDH normaliza previamente cada uno de los índices

considerados a valores entre 0 y 1 y emplea la media geométrica para el cálculo, generando ponderaciones equivalentes para cada índice. De esta forma, la regla de construcción del IDH corresponde a:

$$IDH = (f_1 \cdot f_2 \cdot f_3)^{1/3}$$

Finalmente, los umbrales sobre los que el PNUD clasifica el nivel de bienestar a partir del IDH son: bajo si $IDH < 0,55$, medio si $0,55 \leq IDH < 0,7$, alto si $0,7 \leq IDH < 0,8$ y muy alto si $IDH \geq 0,8$ (PNUD, 2023, Tabla 1). En esencia, el IDH se considera una de las aplicaciones empíricas del enfoque de las capacidades, en tanto constituye una forma específica de evaluar el bienestar realizado en una sociedad mediante una base informacional compuesta por indicadores estadísticos que reflejan los niveles realizados en cada dimensión.

7. Conclusiones

El estudio presentó un breve análisis de la dimensión ética presente en las obras de Aristóteles y Adam Smith, consideradas fundamentales en el desarrollo temprano del pensamiento económico. Por medio de este, se concluye la existencia de un vínculo estrecho entre las proposiciones de carácter ético y económico en cuanto al desarrollo de los postulados teóricos. Esto es así, puesto que los fundamentos normativos de ambos paradigmas poseen postulados éticos agudos sobre la conducta humana, y parten de estos para la descripción del proceso económico. Adicionalmente, de este análisis se concluye que el distanciamiento entre el estudio de la ética y la economía fue un factor relevante para la adopción del utilitarismo como principio moral.

Así mismo, por medio de una reflexión crítica del enfoque utilitarista y sus elementos constitutivos se concluye que la utilidad es insuficiente como una métrica valorativa del bienestar y del valor que los individuos asignan a un estado u otro. Esto debido a que sus tres interpretaciones, felicidad, satisfacción del deseo e indicador de la elección reducen la base informacional sobre la que se evalúa el bienestar al espacio

hedonista conformado por las utilidades. Por otra parte, al cuestionar el utilitarismo como principio moral se develan tres puntos fundamentales. En primer lugar, el análisis muestra que el utilitarismo posee una reducida capacidad para reflejar el logro social en comparación con otros enfoques. En segundo lugar, la construcción teórica y conceptual de la utilidad cardinal no garantiza la comparabilidad interpersonal de las utilidades individuales. En tercer lugar, al descartar la posibilidad de efectuar comparaciones interpersonales de utilidad, se hacen incompatibles las condiciones que permiten la agregación social a partir de los ordenamientos individuales.

Por otro lado, a partir de la teoría de las capacidades y de una formalización de sus conceptos fundamentales se concluye que el enfoque conceptualiza el bienestar en relación con las capacidades reales que tienen los individuos de alcanzar funcionamientos valiosos. De este análisis se derivan tres contribuciones del enfoque de Sen al problema comparativo: la expansión de la base informacional del bienestar; el desarrollo del concepto de capacidades básicas por medio de la definición de umbrales; y el aporte de una base para la construcción de índices multidimensionales de bienestar, los cuales permiten la comparabilidad entre distintos tipos de individuos y sociedades.

El bienestar como concepto se forma y se estudia a partir de una estructura social y política específica, y en este sentido, su caracterización exige la integración de los elementos del sistema social que moldean su naturaleza conceptual y la del fenómeno que describe. El concepto de bienestar se adscribe a un amplio sistema de valores filosóficos y éticos, y en este sentido, es producto de los estándares y formas de pensar de una sociedad. Es en este contexto, que el enfoque de las capacidades -fundamentando sobre una perspectiva occidental-, propone una aproximación liberal del bienestar asignando un papel clave a la libertad en el desarrollo social. Por medio de una deliberación integral y razonada, esta aproximación propone una amplia gama de criterios para caracterizar el bienestar y generar prescripciones que lo fomenten.

Sin embargo, el tratamiento de los problemas sociales afrontados por muchos requiere realizar mayores investigaciones para entender de forma articulada el papel que desempeñan factores como el ejercicio del poder o la cultura en la formación de las

capacidades. En últimas, la integración entre los postulados económicos y los marcos teóricos y conceptuales hasta ahora propios de otros campos de estudio social, se erige como una condición esencial para el desarrollo de una disciplina económica capaz de responder de forma coherente a los hechos observados. En este sentido, retornar a la pregunta socrática sobre el “¿cómo hay que vivir?” constituye un punto esencial en la caracterización del bienestar como categoría analítica para abordar problemáticas sociales.

8. Referencias

1. Aristóteles, y Bonet, J. P. (1985). *Ética nicomáquea: Ética Eudemia*. Gredos Editorial S.A.
2. Arrow, K. J. (1950). A difficulty in the concept of social welfare. *Journal of political economy*, 58(4), 328-346.
3. Arrow, K. J. (1970). *Social Choice and Individual Values*. Yale University Press. <https://books.google.ie/books?id=KelwxwEACAAJ>
4. Atkinson, A. B. (1999). The contributions of Amartya Sen to welfare economics. *The Scandinavian Journal of Economics*, 101(2), 173-190.
5. Blanco, O. R., y Sam, O. R. F. (2014). Teoría del bienestar y el óptimo de Pareto como problemas microeconómicos. *REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 2(3), 217-234.
6. Casas, A. F., Cortés, D., y Gamboa, L. F. (2003). LAS COMPARACIONES INTERPERSONALES Y LA EVALUACIÓN DE ESTADOS SOCIALES ALTERNATIVOS. *Revista de Economía Institucional*, 5(8), 147-160. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2329140.pdf>
7. Colmenarejo, R. (2016). Enfoque de capacidades y sostenibilidad. Aportaciones de Amartya Sen y Martha Nussbaum. *Ideas*, 65(160), 121-149. <https://doi.org/10.15446/ideasyvalores.v65n160.43084>
8. Edgeworth, F. Y. (1881). *Mathematical Psychics: An Essay on the Application of Mathematics to the Moral Sciences*. C. K. Paul. <https://books.google.ie/books?id=s7cJAAAAIAAJ>

9. Forster, E. S. (1920). *Oeconomica*. Clarendon Press. <https://books.google.es/books?id=PvoIAQAAMAAJ>
10. Graaff, J. D. V. (1967). *Teoría de la Economía del Bienestar* (M. Fernández, Trad.). Amorrortu. (Obra original publicada en 1957).
11. Kemp, M. C., y Ng, Y. K. (1976). On the existence of social welfare functions, social orderings and social decision functions. *Economica*, 43(169), 59-66.
12. Kuhn, T. S. (2019). *La estructura de las revoluciones científicas* (C. Solis, Trad.). Fondo de cultura económica. (Obra original publicada en 1962)
13. Marshall, A. (1890). *Principles of Economics* (8th ed.). Macmillan. <https://oll.libertyfund.org/titles/marshall-principles-of-economics-8th-ed>
14. Ng, Y.-K. (2004). *Welfare economics: Towards a more complete analysis*. Palgrave Macmillan.
15. Nussbaum, M., y Sen, A. (Eds.). (1993). *The quality of life*. Clarendon press.
16. Pareto, V., Montesano, A., Zanni, A., Bruni, L., Chipman, J. S., & McLure, M. (2014). *Manual of Political Economy: A Variorum Translation and Critical Edition*. OUP Oxford. (Obra original publicada en 1906). <https://books.google.es/books?id=M3ZYAwAAQBAJ>.
17. Parks, R. P. (1976). An impossibility theorem for fixed preferences: a dictatorial Bergson-Samuelson welfare function. *The Review of Economic Studies*, 43(3), 447-450.
18. Pigou, A. C. (1946). *La economía del bienestar*. (F. Sánchez, Trad.) M. Aguilar. (Obra original publicada en 1920).
19. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2022). Informe sobre desarrollo humano 2021/2022. <https://hdr.undp.org/informe-sobre-desarrollo-humano-2021-22>
20. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2025). *Tabla 1: Índice de Desarrollo Humano y sus componentes* [Conjunto de datos]. Informes sobre Desarrollo Humano del PNUD. Recuperado el 22 de Abril de 2025, de <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>
21. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (s.f.). Índice de

- desarrollo humano. <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>
22. Robeyns, I., y Byskov, M. F. (2025). *The capability approach*. En E. N. Zalta y U. Nodelman (Eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2025 ed.). Recuperado de <https://plato.stanford.edu/archives/sum2025/entries/capability-approach/>
 23. Ross, W. D., y Smith, J. A. (1920). *The Works of Aristotle: Politica*, by B. Jowett. *Oeconomica*, by E.S. Forster. *Atheniensium respublica*, by F.G. Kenyon. Clarendon Press. <https://books.google.com.co/books?id=9VgXAQAAMAAJ>
 24. Ruggles, N. (1957). La economía del bienestar como base del principio marginalista de la formación de los precios. *Revista de economía política*, 8(2).
 25. Sen, A. (1970). *Collective Choice and Social Welfare*. Holden-Day. <https://books.google.ie/books?id=kzq6AAAAIAAJ>
 26. Sen, A. (1985). Well-Being, Agency and Freedom: The Dewey Lectures 1984. *The Journal of Philosophy*, 82(4), 169–221. <https://doi.org/10.2307/2026184>
 27. Sen, A. (1992). *Inequality reexamined*. Cambridge: Russell Sage Foundation.
 28. Sen, A. (1997). *Choice, welfare and measurement*. Harvard University Press.
 29. Sen, A. (2003). *Sobre ética y economía*. España: Alianza Editorial.
 30. Sen, A. K. (2002). Economía de bienestar y dos aproximaciones a los derechos. *RePEc: Research Papers in Economics*, 1. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ext:derech:330>
 31. Sen, A., Rabasco, E., y Toharia, L. (2000). *Desarrollo y libertad*. Barcelona: Planeta.
 32. Smith, A. (2004). *Teoría de los sentimientos morales*. Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1759). <https://books.google.com.co/books?id=hpX3duNnrFIC>
 33. Smith, A. (2011). *La riqueza de las naciones: Libros I-II-III y selección de los libros IV y V* (C. R. Braun, Ed.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1776). <https://books.google.com.co/books?id=fAespwAACAAJ>

34. Sugden, R. (1993). Welfare, Resources, and Capabilities: A Review of Inequality Reexamined by Amartya Sen [Reseña del libro *Inequality Reexamined*, de A. Sen]. *Journal of Economic Literature*, 31(4), 1947–1962. <http://www.jstor.org/stable/2728332>
35. Urquijo, M. (2014). La teoría de las capacidades en Amartya Sen. *Revista Edetania*, 46, 63-80.
36. Valencia, G. D., y Cuervo, J. F. (2010). Crítica a las bases éticas de la teoría neoclásica en la propuesta del bienestar social de Amartya Sen. *Lecturas de economía*, 51, 111–148. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n51a4871>





Revista de Estudiantes de Economía / Número 9 / Enero-diciembre 2025

INTERCAMBIO

Analysis of unpaid care work patterns using K-Means: A Machine Learning application on ENUT 2021 data

***Análisis de los patrones
de trabajo de cuidado no
remunerado mediante
k-means: una aplicación de
aprendizaje automático sobre
datos de la ENUT 2021***

.....
***Helen Granados Rodríguez
Juan Miguel Rodríguez Trujillo***

E-ISSN 2619-6131



Analysis of unpaid care work patterns using K-Means: A Machine Learning application on ENUT 2021 data*

Análisis de los patrones de trabajo de cuidado no remunerado mediante k-means: una aplicación de aprendizaje automático sobre datos de la ENUT 2021

Helen Granados Rodríguez**

Juan Miguel Rodríguez Trujillo***

Resumen

Este estudio aplica técnicas de aprendizaje automático y análisis de agrupamiento para identificar perfiles sociodemográficos de mujeres en Colombia según el tiempo dedicado al cuidado no remunerado. Empleando la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (ENUT) 2021, se construyeron variables sintéticas sobre trabajo doméstico, cuidado no remunerado, autocuidado, ocio y un índice de tradicionalismo. Se empleó el algoritmo k-means, junto con análisis de componentes principales (PCA) y criterios de validación como el método del codo y el índice de silueta, identificando seis perfiles con patrones contrastantes de organización del cuidado. Los



Intercamb. Rev. Estud.
Economía. N°. 9
Enero-diciembre 2025
127 pp.
E-ISSN 2619-6131
pp. 44-86

* **Artículo recibido:** 20 de junio de 2025 | **Aceptado:** 15 de marzo de 2026 | **Modificado:** 6 de abril de 2026

** Economista y estudiante de Maestría en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: hgranados@unal.edu.co

*** Economista de la Universidad Externado. Correo electrónico: juan.rodriguez68@est.uexternado.edu.co

resultados confirman la persistencia de la división sexual del trabajo, con implicaciones para la política pública y la economía del cuidado, subrayando la necesidad de un enfoque interseccional.

Palabras clave: economía del cuidado, uso del tiempo, trabajo no remunerado, aprendizaje automático; k-means; interseccionalidad.

Clasificación JEL: J16, J22, C38

Abstract

This study applies machine learning and cluster analysis to identify sociodemographic profiles of women in Colombia, based on time dedicated to unpaid care work. Using data from the 2021 National Time Use Survey (ENUT), synthetic variables were constructed for domestic work, unpaid care, self-care, leisure, and a traditionalism index. The k-means algorithm, combined with principal component analysis (PCA) and validation criteria such as the elbow method and silhouette index, identified six profiles with contrasting care organization patterns. Results confirm the persistence of the sexual division of labor, with key implications for public policy and the care economy. They also highlight the importance of an intersectional approach to expose structural inequalities in the distribution of unpaid work burdens.

Key words: care economy, time use, unpaid work, machine learning, k-means, intersectionality.

JEL classification: J16, J22, C38

1. Introducción

In Colombia, as in most Latin American countries, women disproportionately bear the responsibilities of unpaid care work. Various studies, including analyses based on successive National Time Use Surveys (ENUT), have consistently documented those women dedicate significantly more time than men to caregiving tasks, domestic work, and the everyday reproduction of life (DANE, 2021; Castro & Ramírez, 2023; Beltran-Figueroa, 2025). Feminist economics has contributed to

making this invisible burden visible as a fundamental component of social sustainability, historically undervalued and absent from conventional economic metrics (Folbre, 2001; Carrasco, 2005).

However significant gaps remain in understanding the internal heterogeneity among women themselves with regard to care work. What types of women, in terms of age, educational level, ethnicity, household position, and gender attitudes, assume greater care burdens? What characteristics distinguish those who manage to combine caregiving with other spheres of life, such as paid employment or leisure? Answering these questions is key to designing public policies that are more responsive to the diverse realities and needs of women.

The aim of this study is to help close this gap through an exploratory analysis aimed at identifying differentiated profiles of women based on their time use, sociodemographic characteristics, and attitudes toward gender roles. To this end, an unsupervised machine learning approach is applied: the K-means algorithm, using data from the 2021 ENUT. The analysis considers dimensions such as domestic work, unpaid care, self-care, leisure, and a constructed traditionalism index.

Unlike previous studies focused on aggregated statistics, this approach makes it possible to reveal latent segments within the female population, providing a more detailed view of gender and intersectional inequalities in the social organization of care. The findings not only have empirical value but also offer relevant insights for the development of public policies aimed at a more equitable and sustainable distribution of care work.

The article is structured as follows. Section 2 describes the methodology and data used, including variable preprocessing and the logic of the K-means algorithm. Section 3 presents the segmentation results and identified profiles. Section 4 discusses the findings in light of the literature on the care economy and outlines their implications for public policy. Finally, Section 5 presents the study's limitations and possible directions for future research.

2. Methodology

This study is based on the 2021 National Time Use Survey (ENUT), a nationally representative statistical source for Colombia that provides detailed information on the distribution of time across various everyday activities. The ENUT collects information at the household, individual, and activity levels through different thematic modules. For the purpose of this analysis, modules ENUT_C1 to ENUT_C9 were used, covering aspects related to housing, sociodemographic characteristics, health status, educational attainment, employment, unpaid work, caregiving, personal activities, and the consequences of the COVID-19 pandemic.

The various modules were integrated using household and individual identification keys, which enabled the construction of a structured individual-level database. Since the analytical approach is exploratory and aims to characterize internal profiles within the sample rather than make population-level inferences. From the consolidated dataset, a set of variables was explicitly selected and constructed for the analysis (see Tables 1, 2 and 3). These include demographic and socioeconomic characteristics such as age, rural status (proxy for peasant condition), socioeconomic stratum, educational attainment, access to household assets (washing machine ownership), household headship, Afro-Colombian ethnic identification, employment status, and religiosity.

In addition, a traditionalism index was constructed to capture attitudes toward gender roles. Finally, time-use variables were aggregated into continuous measures (expressed in daily minutes), including personal self-care, food provision, clothing maintenance, cleaning activities, caregiving for others, and leisure time.

Table 1. Variables included in the analysis

Variable name	Type	Description
Afro-Colombian	Categorical (binary)	Ethnic self-identification
Age	Quantitative (continuous)	Age of the individual
Caregiving time	Quantitative (continuous)	Time spent caring for others
Cleaning activities time	Quantitative (continuous)	Time spent on household cleaning
Clothing maintenance time	Quantitative (continuous)	Time spent on clothing-related tasks
Educational attainment	Categorical (ordinal)	Highest level of education achieved
Employment	Categorical (binary)	Labor market participation
Food provision time	Quantitative (continuous)	Time spent preparing/providing food
Household headship	Categorical (binary)	Whether the individual is the household head
Leisure time	Quantitative (continuous)	Time allocated to leisure activities
Personal self-care time	Quantitative (continuous)	Time spent on personal care activities
Religiosity	Categorical (binary)	Self-reported religious affiliation/practice
Rural status	Categorical (binary)	Proxy for peasant condition
Socioeconomic stratum	Categorical (ordinal)	Household socioeconomic classification
Washing machine ownership	Categorical (binary)	Access to household asset

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE).

Table 2. Summary statistics for the quantitative variables included in the analysis

Variable	Mean	Min	P25	Median	P75	Max
Age	46.07	18	32	44	59	115
Caregiving time	18.41	0.00	0.00	0.00	0.0	495
Cleaning activities time	62.59	0.00	0.00	60	100	395
Clothing maintenance time	30.93	0.00	0.00	0.00	60	270
Food provision time	109.32	0.00	45	110	160	445
Leisure time	66.65	0.00	0.00	60	120	420
Personal self-care time	613.87	0.00	540	600	675	1380

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). All values are expressed in minutes per day.

Table 3. Frequency distribution for the binary variables used in the analysis

Variable	No	Yes
Afro-Colombian	0.9188	0.0812
Employment	0.3586	0.6414
Household headship	0.6384	0.3616
Religiosity	0.0478	0.9522
Rural status	0.6987	0.3013
Washing machine ownership	0.2998	0.7002

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). Frequency distributions were computed using sampling weights (F_EXP) to ensure representativeness.

It is important to note that the analysis was limited to the female population, in accordance with the objective of study. For this reason, the sex variable was excluded from the multivariate analysis. Since there was no variability in this variable within the sample, it did not provide relevant additional information for the clustering process. Given the structure of the ENUT questionnaire, the first step consisted of building an

index that consolidated questions related to gender roles in time use. This approach allowed for the integration of multiple qualitative items into a single quantitative measure, ensuring greater consistency in the subsequent analyses.

The traditionalism index was derived from six items in the ENUT 2021 survey (questions P1107S1–P1107S6) that capture attitudes toward gender roles and family organization (see Appendix A). Respondents indicated their level of agreement on a four-point Likert scale (1 = strongly disagree, 4 = strongly agree). To maintain consistency in interpretation, the items expressing egalitarian views (S1, S2, and S5) were reverse-coded, so that higher scores uniformly reflected stronger adherence to traditional gender norms. The index was then calculated as the arithmetic mean of the six items, resulting in a continuous measure ranging from 1 to 4.

Although averaging Likert-scale items is not without methodological debate, given that the underlying scale is technically ordinal rather than continuous –this practice is widely accepted in fields such as psychology and the social sciences, where it is considered a reasonable approximation when the number of items is sufficient and the construct validity is supported (Norman, 2010; Sullivan & Artino, 2013). The resulting index is therefore treated as a continuous measure for analytical purposes.

Formally, the traditionalism index for each individual was defined as the simple average of their responses to the six items. To ensure validity, only respondents with at least three valid answers were included in the calculation. Observations with fewer than three responses were excluded, guaranteeing a minimum representation of the evaluated attitude and avoiding bias in the index construction.

In addition, the time-use variables were organized into synthetic dimensions that grouped similar activities: personal self-care, food provision, clothing maintenance, cleaning activities, support to other households, caregiving for others, and time dedicated to leisure. Each of these dimensions was constructed as the sum of the time reported for the corresponding activities, expressed in daily minutes:

$$D_{ik} = \sum_{l=1}^{n_k} t_{ilk}$$

Where D_{ik} is the total time individual i devoted to dimension k , t_{ilk} is the time reported for activity l within dimension k , and n_k is the number of activities included in that dimension.

Before the analysis, a rigorous data preparation process was conducted. Time-use variables, originally recorded in hours, were converted into minutes to ensure consistency in the dataset. Both the traditionalism index and the time-use dimensions were built as synthetic indices. Quantitative variables were then standardized using z-score normalization to ensure comparability within the clustering space:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}$$

where z_{ij} is the standardized value for individual i on variable j , μ_j is the mean of variable j , and σ_j is its standard deviation. Standardization was performed using the StandardScaler from the scikit-learn library, developed by Pedregosa et al. (2011).

The multivariate analysis was conducted using a comprehensive set of 16 variables encompassing both continuous time-use measures and categorical sociodemographic characteristics. The continuous variables included: Age, Caregiving time, Cleaning activities time, Clothing maintenance time, Food provision time, Leisure time, Personal self-care time, and the constructed Traditionalism index. The categorical variables comprised: Afro-Colombian ethnic identification, Educational attainment, Employment status, Household headship, Religiosity, Rural status, Socioeconomic stratum, and Washing machine ownership.

Although Principal Component Analysis (PCA) is formally defined for continuous variables, its application to datasets including binary and ordinal variables is widely documented in applied social science research, particularly in the construction of socioeconomic indices. PCA has been extensively used to create composite measures

of household wealth and socioeconomic status based on discrete asset ownership variables and household characteristics (Vyas & Kumaranayake, 2006; Filmer & Pritchett, 2001). This empirical precedent, combined with methodological evaluations demonstrating the technique's robustness when variables are appropriately standardized (Kolenikov & Angeles, 2009), supports the application of PCA as a dimensionality reduction technique in mixed-data contexts where variables serve as proxies of underlying latent constructs.

In this study, categorical variables were re-coded into binary indicators following established practices for PCA-based analysis (Vyas & Kumaranayake, 2006): categorical variables were transformed into sets of binary dummy variables to avoid imposing artificial ordinal scales. All variables —both continuous time-use measures and binary sociodemographic indicators— were standardized prior to analysis to ensure equal weighting. Subsequently, a reduced set of principal components was selected based on cumulative explanatory power, retaining those components that together accounted for approximately 80% of the total variance, a threshold recommended in the literature to ensure adequate representation of the underlying data structure (Jolliffe, 2002; Jolliffe & Cadima, 2016). These components were then used as input for the K-means clustering algorithm.

While the standard PCA procedure applied to discrete data produces interpretable and empirically validated results (Filmer & Pritchett, 2001; Vyas & Kumaranayake, 2006), the underlying measurement assumptions regarding scale properties should be acknowledged. Kolenikov and Angeles (2009) note that more sophisticated alternatives —such as polychoric correlations— exist for handling ordinal data, though their simulations demonstrate that the widely-used dummy-variable approach remains a reliable method, particularly for dimensionality reduction purposes. In this application, where components are interpreted as latent dimensions reflecting women's socioeconomic positioning and time allocation patterns, the standard approach is appropriate and consistent with established practice in demographic and time-use research.

To focus the analysis on the adult population, the sample was restricted to

individuals aged 18 or older, consistent with the legal definition of adulthood in Colombia. This criterion ensures that the results reflect patterns of time use and gender attitudes among women who are likely to have greater autonomy in household decision-making. Only cases with complete information on the key variables were included.

Once the variables were standardized, a Principal Component Analysis (PCA) was applied to reduce the dimensionality of the dataset and condense information into fewer dimensions. This technique enables data representation in a more parsimonious latent space, improving computational efficiency and interpretability of clusters. For a detailed review of PCA, both the mathematical and applied perspectives of Jolliffe and Cadima (2016) and Shlens (2014) were followed.

In the social sciences, PCA serves a dual purpose: beyond its role in dimensionality reduction, it enables the identification of latent structures and underlying patterns of co-variation among observed variables (Jolliffe & Cadima, 2016). In this study, PCA was applied with both objectives in mind –to condense the information into fewer dimensions for the clustering analysis, and to examine the latent axes along which women’s time-use profiles and sociodemographic characteristics are organized.

Additionally, the number of principal components to retain was determined through two complementary criteria. First, a cumulative variance threshold of approximately 80% was applied, following standard recommendations in the literature (Jolliffe, 2002; Jolliffe & Cadima, 2016). Second, and more importantly, the selection was visually validated through a scree plot (Figure 2), which displays both individual and cumulative explained variance by component. The scree plot reveals a clear inflection point after the first few components, beyond which additional components contribute only marginal gains. The retention of the first ten components satisfies both the quantitative threshold and the visual criterion, providing a parsimonious yet representative reduction of the original data structure.

The PCA was performed on the previously standardized variables using the PCA class from the scikit-learn library of Python. The new latent components obtained through PCA were used directly as input for the K-means clustering analysis. Additionally,

to further verify the robustness of the analysis, the factor loadings of the variables on the first four principal components were examined. This analysis made it possible to identify which variables contributed most to the variance explained by each component, providing evidence of the structural coherence of the latent dimensions derived from PCA.

To identify homogeneous profiles within the population based on their demographic characteristics and time-use patterns, the K-means clustering algorithm – originally proposed by MacQueen (1967a)– was applied. This technique is based on minimizing intra-cluster variance. The selection of variables for this analysis included the previously standardized variables.

To determine the optimal number of clusters, two complementary techniques were implemented.

First, the elbow method was applied (see Figure 3), which involves plotting intra-cluster squared errors as a function of the number of groups k . This method seeks to identify the inflection point beyond which adding more clusters yields only marginal improvements in reducing within-group variance (Thorndike, 1953).

Second, the silhouette index proposed by Rousseeuw (1987) was calculated for values of k ranging from 2 to 10, with the goal of assessing internal cohesion and separation between clusters (see Figure 3). This coefficient quantifies how similar each observation is to its own cluster compared to other clusters. Values closer to 1 indicate better clustering structure. The silhouette index for observation i is defined as:

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

where $a(i)$ is the average distance between i and all other observations in the same cluster, and $b(i)$ is the average distance between i and the observations in the nearest neighboring cluster.

Both metrics were considered jointly to narrow down the optimal range of clusters, and the final decision on the number of groups was complemented with substantive interpretability criteria of the resulting profiles.

K-means clustering was then applied to the dataset using the optimal number of clusters identified in the validation stage. Each observation was assigned to the nearest cluster centroid, generating labeled subsets that reflect the embedded structure of the data and enabling a detailed descriptive characterization of the resulting profiles (see Appendix B, Figure B1).

At its core, the K-means algorithm seeks to partition the dataset into k clusters by minimizing the within-cluster sum of squares (WSS), also known as intra-cluster inertia. This metric quantifies the compactness of clusters, ensuring that individuals assigned to the same group are as similar as possible according to Euclidean distance. Formally, inertia is defined as:

$$\text{WSS} = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

where K is the number of clusters, C_k denotes the set of observations assigned to cluster k , x_i is the feature vector of observation i , and μ_k is the centroid of cluster k . The algorithm iteratively updates cluster centroids and reassigns observations until convergence is reached—that is, until centroid positions stabilize or changes fall below a predefined threshold.

To improve stability and avoid poor local minima, the k-means initialization method was used, which selects initial centroids in a way that maximizes their mutual separation (Arthur & Vassilvitskii, 2007). This step enhances convergence speed and increases the likelihood of obtaining a globally coherent solution.

A detailed schematic of the iterative K-means procedure is presented in Appendix B, where the initialization of centroids, the assignment of observations to the nearest cluster, and the iterative updates of cluster centroids are illustrated step by step. The process converges once centroid positions stabilize, yielding well-defined partitions that minimize within-cluster variance while maximizing between-cluster separation. Although K-means is sensitive to initial centroid placement, the k-means initialization method (Arthur & Vassilvitskii, 2007) significantly reduces this limitation by improving stability and convergence.

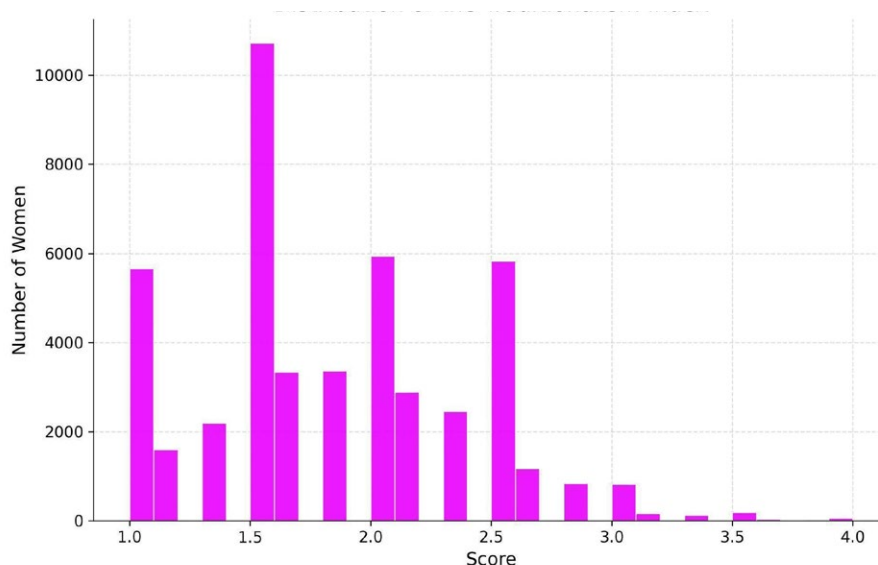
For each resulting cluster, measures of central tendency and dispersion were calculated for the original variables, enabling a substantive interpretation of the predominant sociodemographic and time-use patterns. Additionally, three-dimensional visualizations of the first three principal components were generated to facilitate the inspection of group separation. These complementary tools were useful both for the internal validation of the model and for the interpretation of the detected profiles.

All data processing and analysis were conducted in Python, using pandas (McKinney, 2010), scikit-learn (Pedregosa et al., 2011), matplotlib (Hunter, 2007), and seaborn (Waskom, 2021).

3. Results

The exploratory analysis aimed to synthesize the key dimensions of time use and sociocultural attitudes within the sample, based on the information provided by the 2021 ENUT. To this end, derived variables were constructed to capture integrated patterns of engagement in various daily activities, as well as a traditionalism index based on gender attitudes.

Figure 1 shows the distribution of the traditionalism index in the female sample. A higher concentration of cases can be observed around the intermediate values of the index, with a notable peak near 1.5, suggesting a moderate tendency toward traditionalist positions. Although there are also cases at the lower and upper extremes, these are considerably less frequent. The skewness of the distribution –with a longer tail toward higher index values– indicates that while many women express low or moderate levels of traditionalism, there is a smaller segment that strongly adheres to traditional gender norms. This distribution suggests heterogeneity in gender attitudes, with most women concentrated at low and intermediate index values, reflecting generally moderate or less traditionalist positions. The smaller frequency of high index values indicates that only a minority strongly adheres to traditional gender norms.

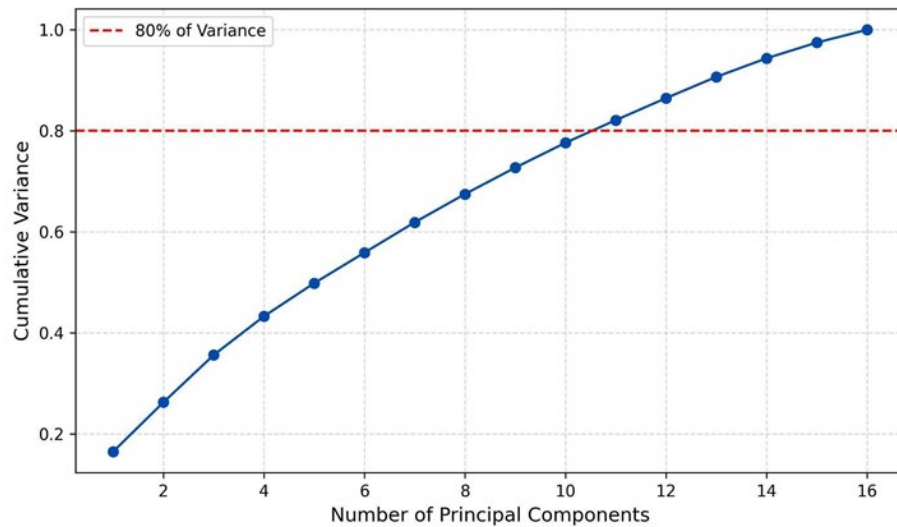
Figure 1. Distribution of the Traditionalism Index for Women

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). Most women concentrate around intermediate values (peak near 1.5), indicating a moderate tendency toward traditional gender roles.

Complementarily, synthetic variables were constructed to integrate the time reported (in daily minutes) for key activities: personal self-care, food provision, clothing maintenance, household cleaning, support to other households, caregiving for others, and leisure. These dimensions allow for a more precise characterization of the daily time organization across different profiles of women.

In this regard, a Principal Component Analysis (PCA) was conducted using both the time-use variables that capture daily time dedicated to key dimensions of everyday life, and sociodemographic characteristics that contextualize women's positioning within household and labor structures.

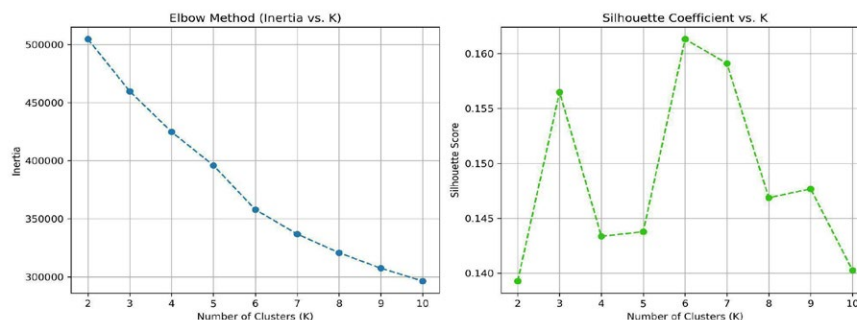
Figure 2 presents the scree plot with the cumulative explained variance. This indicates that the dimensionality of the original set of variables can be reduced while retaining most of the relevant information, which facilitates the characterization of women's profiles according to their time-use patterns.

Figure 2. Scree Plot of Cumulative Explained Variance (PCA)

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). The first 10 principal components together explain approximately 80% of the total variance, justifying their selection for the clustering analysis.

Subsequently, for the k-means analysis, an exploratory assessment was conducted to determine the optimal number of clusters using two complementary techniques: the elbow method and the silhouette coefficient, applied over the same range of values. The results, illustrated in Figure 3, revealed an inflection point around , a criterion that was confirmed by a peak in the silhouette coefficient. Consequently, a final segmentation into six clusters was adopted.

Figure 3. Determination of Optimal Number of Clusters Using the Elbow Method and Silhouette Coefficient



Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). Both metrics converge around 6, which was selected as the optimal number of clusters for the segmentation.

Based on these results, and considering the interpretability of the emerging profiles, a k-means model with six clusters ($k = 6$) was ultimately selected to segment the sample. The final solution produced a balanced and coherent distribution of records across the clusters. Membership in each cluster was determined by the proximity of individual observations to the respective centroid, which represents the mean profile of the group in the multidimensional space defined by the principal components included in the analysis. The resulting allocation of cases within the sample is presented below.

Table 4. Distribution of Records by Cluster

Cluster	Nº of cases	% of Total
Cluster 0	4,271	9,01%
Cluster 1	2,260	4,77%
Cluster 2	13,982	29,50%
Cluster 3	11,867	25,04%
Cluster 4	12,289	25,93%
Cluster 5	2,723	5,75%

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This table shows the number and percentage of women in each cluster identified by the k-means algorithm.

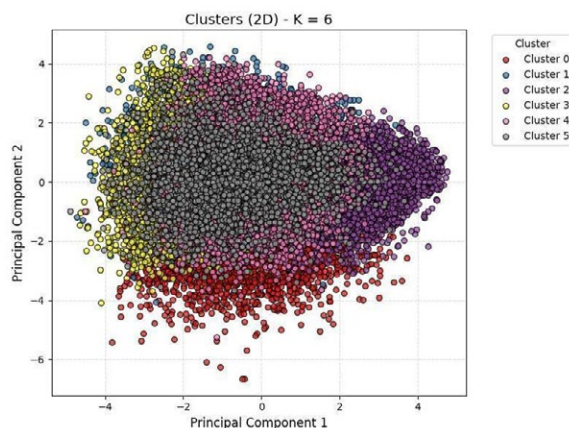
The resulting cluster structure was visualized through a Principal Component Analysis (PCA). Figure 4 shows the two-dimensional projection, while Figure 5 provides a three-dimensional representation—both illustrating the spatial differentiation among the groups. These visualizations reveal clear spatial patterns of separation between clusters. Although some degree of overlap is expected due to the complexity of the social variables involved, distinct clusters with well-defined shapes and positions can also be identified, which reinforces the robustness of the clustering results.

These visualizations reveal the spatial distribution of the six clusters along the principal components. As is common in clustering analyses applied to social survey data, some degree of overlap is observable, particularly in the central region of the projection. This is an expected feature when the underlying population does not form perfectly discrete groups, but rather occupies a continuum of sociodemographic and behavioral characteristics. It is important to note that two-dimensional projections inherently involve information loss, as they capture only a fraction of the total variance. The three-dimensional projection (Figure 5) partially addresses this limitation by revealing additional separation along the third component. The decision to retain six clusters was not made solely on geometric grounds, but was grounded in the substantive interpretability of the resulting profiles: each cluster maps onto a theoretically coherent pattern of time use, traditionalism, and sociodemographic positioning that would be obscured by a more parsimonious solution. Robustness checks with and (presented in Appendix C and D) confirm that the six-cluster solution offers a meaningful balance between statistical fit and theoretical richness.

Figure 4 shows the two-dimensional projection of the data onto the first two principal components. Each point represents an observation—a woman from the sample—, colored according to the cluster to which it was assigned. A high density is observed in the central region, where several clusters partially overlap. However, distinct concentrations and shapes associated with specific groups can also be identified, indicating a certain degree of structural differentiation. Visually, six groups can be distinguished, represented by the following color:

- Red (Cluster 0): Concentrated in the lower part of the graph, extending horizontally with noticeable density. This group shows a well-defined location with less overlap compared to other clusters.
- Dark Blue (Cluster 1): Scattered across the upper area of the plane, it has lower density and is situated at the upper extreme of the dataset.
- Purple (Cluster 2): Located on the right side of the graph, with a relatively compact and elongated shape. It is clearly distinguishable due to its concentration in that quadrant.
- Yellow (Cluster 3): Positioned toward the left side of the graph, forming a relatively dense cloud of points, though more dispersed at the edges.
- Pink (Cluster 4): Distributed in intermediate and peripheral areas, partially surrounding other groups. This suggests it may occupy a transitional position between more clearly defined clusters.
- Dark Gray (Cluster 5): Appears as the most central and dense group, occupying the core of the projection. Its location suggests overlap with multiple clusters, which could reflect a more heterogeneous or intermediate group.

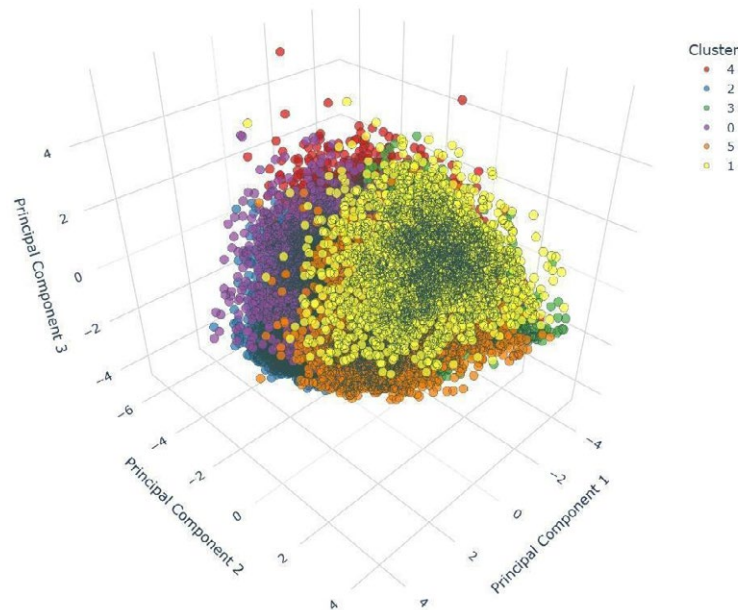
Figure 4. Two-Dimensional Projection of Clusters (PCA 2D)



Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). The projection shows the six clusters distributed along the first two principal components, evidencing partial overlap but clear concentration zones that justify the segmentation.

However, the three-dimensional projection based on the first three principal components allows for a richer observation of the geometric configuration and relative spatial distribution of the clusters. Unlike the two-dimensional plane, this representation reveals depth, volume, and overlapping patterns that are not readily apparent at first glance.

Figure 5. Three-Dimensional Projection of Clusters (PCA 3D)



Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). The 3D projection highlights the separation between clusters more clearly than the 2D view, showing distinct groupings along the three principals.

- Red (Cluster 0): Occupies a lower position along the vertical axis, forming a broad and slightly flattened base at the bottom of the graph. Its shape suggests a relatively stable grouping, expanding horizontally while showing more defined vertical boundaries.
- Dark Blue (Cluster 1): Appears distributed in a higher and somewhat peripheral region of the three-dimensional space, with more dispersed and less concentrated points. Its marginal location and loose distribution may indicate greater internal variability or separation from the core of the data.

- Purple (Cluster 2): Projects toward a lateral edge of the space, where it forms a dense, elongated structure, with no clear mixing with other groups. Its spatial orientation seems to follow a well-defined axis, indicating a cohesive and directional cluster.
- Yellow (Cluster 3): Notable for its volume, as it expands significantly in multiple directions. It occupies a deep, lateral zone of the graph, with high density in the center and somewhat diffuse edges. This almost spherical shape suggests a broad and potentially diverse structure.
- Pink (Cluster 4): Rather than concentrating in a specific region, it is dispersed around several other clusters, adopting a more enveloping or peripheral geometry. This layout reinforces the idea that it may function as a liminal group, closer to the outer edges of the set.
- Gray (Cluster 5): Tightly concentrated in the center of the three-dimensional space, with a dense and compact shape. It is the most embedded group among the others, suggesting an intermediate or shared position across multiple profiles. Its central cohesion may also reflect characteristics common to several groups.

Once these groupings were identified, a characterization was carried out based on a sociodemographic profile, household condition and labor situation by cluster, and traditionalism index and time use by cluster.

Table 5 presents a statistical summary of the sociodemographic profile of the identified clusters, based on six variables: age, rural occupation (as farmer), socioeconomic stratum, educational level, and ethnic affiliation (Afro-Colombian). For each cluster, the average values and standard deviations are reported, allowing for the observation of distinct patterns within the analyzed population.

Table 5. Sociodemographic Profile of Clusters

Variable	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Age (years)	32.30	54.33	37.86	47.52	57.67	44.47
Age (std. dev.)	10.32	16.28	11.97	17.26	15.61	16.82
% Rural (farmer)	0.25	0.38	0.09	0.72	0.19	0.44
(std. dev.)	0.43	0.49	0.29	0.45	0.39	0.50
Socioeconomic stratum	1.75	2.04	2.57	1.33	2.54	1.56
(std. dev.)	0.86	1.05	1.17	0.52	1.06	0.88
Education level	5.00	4.57	7.08	3.39	4.50	4.86
(std. dev.)	2.15	2.53	3.00	1.20	2.23	2.63
% Afro-Colombian	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	1.00
(std. dev.)	0.06	0.26	0.01	0.00	0.00	0.00

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This table summarizes the mean sociodemographic characteristics and standard deviations for each of the six clusters.

Cluster C0 groups relatively young individuals (average age 32.3), with a medium level of education (5.00), a low proportion of rural workers (25%), and a low socioeconomic stratum (1.75). In contrast, C1 represents an older group (54.3 years), with lower educational attainment (4.57), a higher share of rural workers (38%), and a slightly higher stratum (2.04).

C2 is characterized by the highest level of education (7.08) and the highest socioeconomic stratum (2.57), with low rural representation (9%) and a relatively young population (37.9 years). In contrast, C3 comprises individuals from a very low stratum (1.33), the highest percentage of rural workers (72%), and the lowest education level among all groups (3.39), with a middle-aged population (47.5 years).

C4 shares similarities with C2 in terms of socioeconomic stratum (2.54) but has lower educational attainment (4.50) and a higher average age (57.7 years). Finally, C5 is distinguished by exclusively comprising Afro-Colombian individuals (100%), with a mid-range average age (44.5 years), low socioeconomic stratum (1.56), moderate education level (4.86), and a significant proportion of rural workers (44%).

These results reflect a clear segmentation of the population in sociodemographic terms, revealing the coexistence of contrasting profiles with respect to key aspects such as age, education, ethnic background, rural status, and socioeconomic level.

Next, Table 6 presents a statistical summary of household conditions and employment status, based on four variables: head-of-household status, access to household goods (washing machine), employment situation, and religious affiliation.

Table 6. Household Condition and Employment Status

Variable	C0	C1	C2	C3	C4	C5
% Head of household	0.25	0.42	0.37	0.41	0.39	0.46
(std. dev.)	0.43	0.49	0.48	0.49	0.49	0.50
% Household with washer	0.64	0.71	0.87	0.25	0.97	0.66
(std. dev.)	0.48	0.45	0.33	0.43	0.18	0.47
% Employed	0.16	0.22	0.84	0.20	0.07	0.33
(std. dev.)	0.37	0.41	0.37	0.40	0.25	0.47
% Religious	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(std. dev.)	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This table summarizes household characteristics and employment status across the six identified clusters.

The percentage of individuals identified as heads of household varies across clusters, being lowest in C0 (25%) and highest in C5 (46%). This pattern may be related to the average age observed in each group. Regarding household conditions, access to a washing machine serves as a relevant indicator of material well-being, showing high coverage in C4 (97%) and C2 (87%), in contrast to C3 (25%), which reveals more precarious living conditions.

With respect to employment status, Cluster C2 has the highest proportion of individuals reporting employment (84%), which aligns with its previously observed higher level of education and socioeconomic status. Conversely, C4 and C0 show the lowest employment rates (7% and 16%, respectively), which could be linked to factors such as older age in C4 or youth and economic dependency in C0.

As for religious affiliation, only Cluster C1 reports 100% religious' identification, while this trait is absent in all other clusters. This may suggest a specific cultural or community identity within that particular group.

Taken together, these results demonstrate significant differences in household conditions and labor trajectories across clusters, associated with other previously described sociodemographic factors. This reinforces the structural diversity of the analyzed population.

Lastly, Table 7 presents a statistical summary of women's time use and the traditionalism index across clusters. This analysis includes seven variables: the traditionalism index, time allocated to personal self-care, food provision, clothing maintenance, cleaning activities, caregiving for others, and leisure time.

Table 7. Traditionalism and Time Use

Variable	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Traditionalism Index	1.83	2.01	1.55	2.01	1.89	2.02
(std. dev.)	0.53	0.56	0.47	0.54	0.55	0.51
Personal self-care (min)	603.11	639.03	573.86	638.51	634.44	615.10
(std. dev.)	114.18	127.20	107.45	144.41	138.30	166.73
Food provision (min)	142.60	122.78	59.52	131.02	132.82	101.17
(std. dev.)	78.11	80.69	59.20	80.12	79.26	71.95
Clothing maintenance (min)	39.32	36.14	11.82	45.05	33.06	40.50
(std. dev.)	52.55	49.77	28.16	57.58	47.77	58.16
Cleaning activities (min)	80.13	70.88	35.42	64.56	84.66	59.57
(std. dev.)	60.95	64.06	45.89	55.62	71.19	56.90
Care for others (min)	137.74	9.23	7.40	6.52	2.87	17.20
(std. dev.)	66.18	33.24	22.43	19.23	12.72	39.33
Leisure time (min)	56.16	80.12	61.22	68.87	70.62	72.37
(std. dev.)	67.67	76.34	73.52	77.04	78.18	74.97

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This table presents the average traditionalism index and daily time allocation (in minutes) to key activities for each cluster, along with standard.

Clusters C1, C3, and C5 exhibit the highest levels of traditionalism (above 2.0), which is associated with greater dedication to domestic and caregiving tasks, while C2 records the lowest value on this index (1.55), suggesting a less traditional profile. In terms of time devoted to personal self-care, values are relatively homogeneous across clusters, averaging close to 10 hours per day, although C2 shows the lowest level (573.9 minutes).

Regarding domestic tasks, Cluster C2 also stands out for spending significantly less time on food provision (59.5 minutes), clothing maintenance (11.8 minutes), and cleaning (35.4 minutes), reinforcing its less traditional profile. In contrast, C0 and C3 dedicate more time to these activities—particularly caregiving for others, where C0 reports the highest value (137.7 minutes), followed distantly by C5 (17.2 minutes), while C4, C3, and C2 show minimal levels in this category.

With respect to leisure time, differences among clusters are less pronounced, although C1, C4, and C5 show the highest values (above 70 minutes), which may reflect greater availability of free time in these groups. In contrast, C0 presents the lowest level of leisure time (56.2 minutes), possibly due to its heavy caregiving burden.

Taken together, the results show a clear differentiation between clusters in terms of gender roles and time allocation, with implications for how daily life, domestic responsibilities, and personal opportunities are experienced—especially for women. These findings help identify more or less traditional profiles, potentially influenced by the previously described sociodemographic factors.

The analysis of the emerging profiles thus made it possible to identify distinct configurations of time organization and gender attitudes. The resulting clusters reveal both generational contrasts and patterns associated with labor participation, rurality, and ethnic identity. Below is a qualitative summary of the six resulting profiles.

These six profiles reveal the heterogeneity in how women organize their time, shaped by factors such as age, labor force participation, rurality, educational attainment, and ethnic identity. The results confirm that gender inequalities in time use are intricately connected to other axes of social inequality.

Cluster 0 (Young women with a high caregiving burden): This group consists mostly of young women (average age 32.3), from low socioeconomic backgrounds, with a medium level of education and low labor participation (16%). Despite their age, they dedicate significant time to caregiving for others (137.7 minutes daily), as well as domestic activities like food provision (142.6 min) and cleaning (80.1 min). Their traditionalism index is moderately high (1.83), suggesting the persistence of

traditional gender roles even in younger contexts. This profile reflects the overburden of unpaid care work among young women, possibly within extended family structures.

Cluster 1 (Older religious women with strong traditional orientation):

With an average age of 54.3 and 100% religious' affiliation, this group shows one of the highest levels of traditionalism (2.01). Although labor force participation is low (22%), they spend substantial time on domestic tasks such as food provision (122.8 min) and household maintenance. Notably, caregiving time is very low (9.2 min), which may relate to their life stage, where they are no longer responsible for dependent children. This profile reflects a daily life shaped by traditional norms, but with reduced direct caregiving responsibilities.

Cluster 2 (Young, educated women with greater autonomy): This cluster includes women in their late 30s (average 37.9 years), with the highest education level (7.08), highest socioeconomic status, and the highest labor force participation (84%). It is marked by the lowest traditionalism index (1.55) and a time-use distribution reflecting greater autonomy: minimal time spent on caregiving (7.4 min) and other domestic tasks such as cleaning (35.4 min) and food preparation (59.5 min). This profile represents a break from traditional gender models, with a time organization focused on productive activities and reduced involvement in unpaid care work.

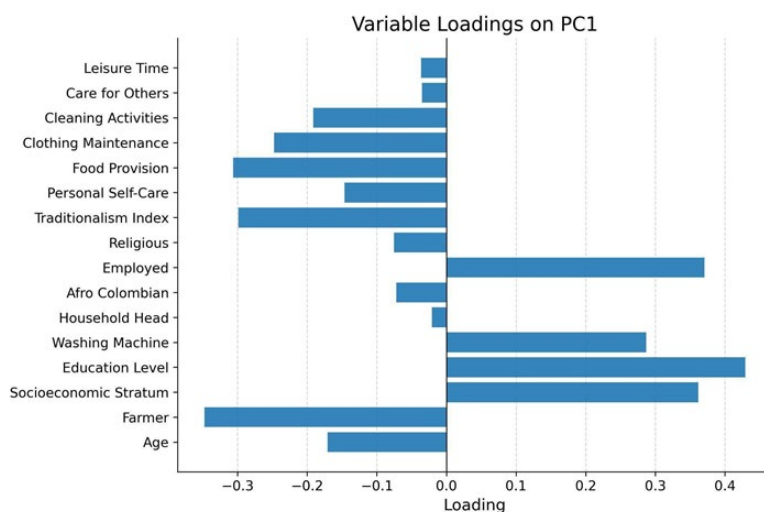
Cluster 3 (Rural women in vulnerable situations): With a high proportion of rural workers (72%), low education (3.39), and very low socioeconomic status (1.33), this group reflects structural vulnerability. Despite a high traditionalism index (2.01), caregiving time is low (6.5 min), possibly due to time constraints or external labor demands. However, they carry significant burdens in domestic work, such as food provision (131.0 min) and clothing maintenance (45.0 min). This profile shows how poverty and rurality influence a time-use pattern focused on household subsistence and reproduction, within traditional roles but lacking institutional or community support.

Cluster 4 (Older women with material well-being but disconnected from caregiving): This group has the highest average age (57.7 years) and the greatest access to household goods (97% have a washing machine). They show a relatively high

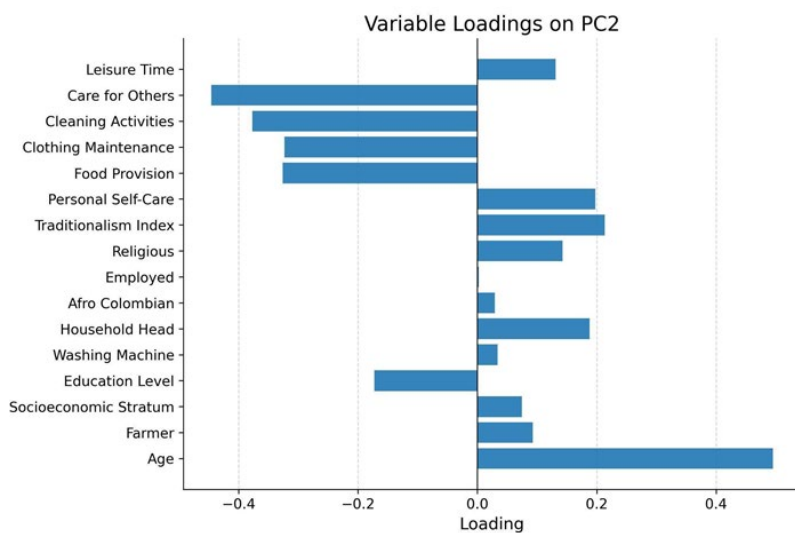
traditionalism index (1.89), yet very low labor participation (7%). Despite their favorable socioeconomic profile, they dedicate very little time to caregiving (2.9 min), likely due to age-related detachment from such responsibilities. Domestic tasks remain elevated, particularly cleaning (84.7 min). This profile suggests a traditional domestic role division, but without active caregiving duties.

Cluster 5 (Afro-Colombian women with a double burden of care and work): This group is composed entirely of Afro-Colombian women (100%), from low socioeconomic strata (1.56) and with medium education. They show intermediate labor participation (33%) and a strong presence in household headship roles (46%). Despite a high traditionalism index (2.02), they bear a double burden: significant time is dedicated to domestic tasks (food: 101.2 min; cleaning: 59.6 min) as well as caregiving (17.2 min). This profile reveals tension between caregiving responsibilities and the need to earn income, likely shaped by structural and racial inequalities.

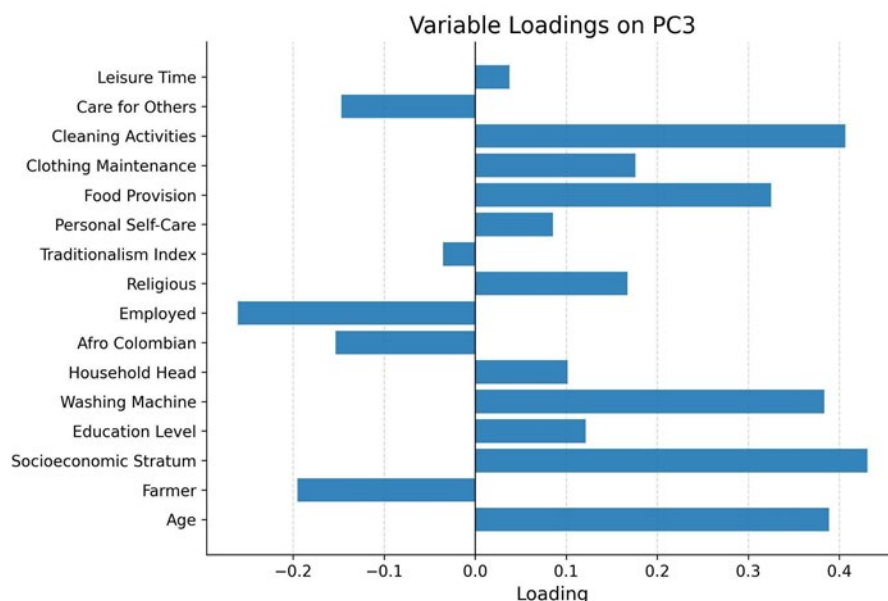
Finally, the analysis was complemented by a detailed PCA of factor loadings. Figures 6 to 9 show the latent structure of the variables, highlighting that the first principal component primarily reflects socioeconomic and demographic dimensions, while the subsequent components capture variability in time-use patterns. These results confirm that differences in time use among the various profiles of women in the sample are structured around social and gender factors, consistently reflected across the different analytical methods applied.

Figure 6. Variable Loadings on Principal Components (PCA)

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). The figure displays the variable contributions to the first two principal components, highlighting that education level, socioeconomic stratum, and employment are the main drivers of PC1, while rurality (farmer) and age dominate PC2.

Figure 7. Variable Loadings on the Second Principal Component (PC2)

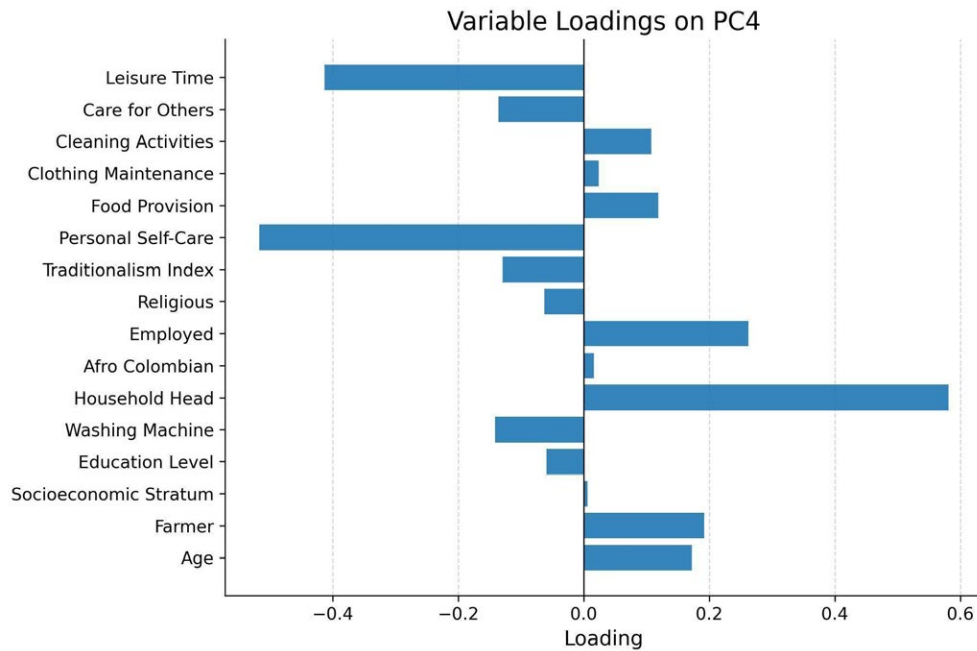
Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This figure shows that leisure time, care for others, and cleaning activities have the highest positive or negative loadings on PC2, indicating that this component primarily contrasts time spent on unpaid care and leisure-related activities.

Figure 8. Variable Loadings on the Third Principal Component (PC3)

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This figure shows that clothing maintenance, food provision, washing machine availability, socioeconomic stratum, and age are the main contributors to PC3, highlighting that this component captures household infrastructure and domestic work intensity.

The principal component analysis revealed the latent dimensions structuring variability in time-use patterns and sociodemographic characteristics. Examination of the factor loadings for the first four components provides differentiated interpretative axes.

The first component is characterized by strong positive loadings on educational attainment, socioeconomic stratum, access to household goods (washing machine), and employment status. In contrast, it shows negative loadings on farming occupation, age, food provision, and cleaning activities. This pattern indicates that PC1 synthesizes an axis of socioeconomic status and human capital, distinguishing women with higher educational and material resources –along with greater labor force participation– from those associated with lower strata, rurality, and heavier engagement in domestic work. It therefore captures structural inequalities related to class and territory.

Figure 9. Variable Loadings on the Fourth Principal Component (PC4)

Note. Own elaboration based on ENUT 2021 (DANE). This figure highlights that household headship, employment, and personal self-care have the strongest contributions (positive and negative) to PC4, suggesting this component captures contrasts in household responsibility and individual time allocation.

The second component displays notable negative loadings on care for others, food provision, clothing maintenance, and cleaning activities, and positive loadings on leisure time, personal self-care, traditionalism, and religiosity. This structure reflects an axis of reproductive workload versus personal well-being and traditional attitudes. High scores on this component are associated with profiles where leisure and self-care predominate over direct caregiving responsibilities, framed within traditional values, while low scores denote greater dedication to reproductive and domestic tasks.

The third component reveals positive loadings on cleaning activities, food provision, personal self-care, and access to household goods, along with associations with socioeconomic stratum and age. Negative loadings appear for employment status and, to a lesser extent, for Afro-Colombian identification. This suggests an axis contrasting labor market

participation and income diversification with a pattern of time-intensive domestic tasks and household maintenance. It highlights the tension between paid work and domestic responsibilities, showing how increases in one dimension tend to exclude the other.

The fourth component is dominated by very high positive loadings on household headship, accompanied by associations with employment and access to goods, while showing negative loadings on personal self-care, leisure time, and age. This pattern indicates an axis of domestic responsibility and family leadership versus individual well-being. Women scoring highly on this component are identified as main household providers, simultaneously assuming productive and reproductive responsibilities at the expense of their own personal time.

4. Discussion

The results make visible how the organization of women's time in Colombia remains structured around a persistent sexual division of labor, shaped by socioeconomic, territorial, and ethno-racial inequalities. From the perspective of feminist economics, this segmentation reflects not only individual practices but also a social architecture of care sustained by family arrangements and structural inequalities (Carrasco, 2006; Pérez Orozco, 2012).

One of the most revealing findings is the coexistence of profiles with unequal unpaid care burdens. For example, Cluster 0 groups young women (average age 32), with low labor force participation (16%) and high caregiving time (137 minutes daily), along with a relatively high level of traditionalism (1.83) (Table 7). This configuration reflects what feminist theory has described as the "sustainability of life at the expense of women" (Pérez Orozco, 2012), where the youngest, with less economic autonomy, perform essential tasks for the well-being of others without social or economic recognition.

In contrast, Cluster 2 represents women with the highest educational level (7.08) and the highest labor force participation (84%). They dedicate significantly less time to domestic and caregiving work (only 7.4 minutes daily for caregiving and 35.4

minutes for cleaning). They also have the lowest traditionalism index in the entire sample (1.55) (Tables 5 and 7). This pattern can be interpreted as a break from traditional gender mandates. However, as Fraser (2011) warns, the outsourcing of care work to other (often more precarious) women may reproduce new forms of inequality if no structural redistribution takes place.

The analysis also reveals how structural factors such as rurality, education, and social class combine to shape differentiated trajectories. Cluster 3, composed mostly of rural women (72%), with the lowest level of education (3.39) and socioeconomic status (1.33), exhibits high levels of traditionalism (2.01) and a notable domestic workload (131 minutes on food preparation, 45 on clothing maintenance), but low interpersonal caregiving time (6.5 minutes) (Tables 5 and 7). This may reflect a context where available time is focused on subsistence, with little institutional or community support for reproductive tasks.

The ethno-racial dimension is strongly represented in Cluster 5, composed exclusively of Afro-Colombian women, who, in addition to performing caregiving tasks (17.2 minutes daily) and domestic work (101 minutes on food preparation), also show notable labor participation (33%) and high head-of-household status (46%) (Tables 5, 6 and 7). Despite their high traditionalism index (2.02), this group embodies the double burden of paid and unpaid labor under structurally vulnerable conditions, confirming the importance of considering racialization as a vector of inequality in the organization of care (Crenshaw, 1991; Hill Collins, 2000).

At the opposite end, Cluster 4 comprises older women (57.7 years), from higher socioeconomic strata, with substantial access to household goods (97% own a washing machine), and low labor force participation (7%). Despite moderate levels of education and traditionalism (1.89), they spend very little time on caregiving (only 2.9 minutes daily), though they still dedicate relevant time to household tasks like cleaning (84.7 minutes) (Tables 6 and 7). This suggests a continuity of reproductive roles in the absence of direct dependents. It also confirms that access to material well-being alone does not necessarily lead to a transformation in the sexual division

of labor (Carrasco, 2006).

The patterns of time use, traditionalism, and household conditions are also synthesized in the latent structure of the principal components (Figures 6 to 9), which confirms that differences between profiles are organized around key social axes: socioeconomic level, education, ethnicity, and gender.

In sum, the results provide empirical confirmation of what feminist theory has long argued: that the sustainability of life in Colombia rests on a network of unequal arrangements in which women —particularly those in more vulnerable positions— subsidize the state and the market with their time (Benería, 2003; Moreno Salamanca, 2017). The segmentation identified reveals not only heterogeneity but also clearly demonstrates how power relations and inequalities operate in everyday life, significantly shaping the possibilities for agency, rest, and autonomy.

This evidence calls for public policies that are sensitive to the intersection of multiple inequalities, promote a fair redistribution of care work, recognize its social value, and ensure it does not continue to be a privatized and feminized burden.

5. Conclusions

This study applied unsupervised machine learning techniques —specifically the K-means algorithm— to identify differentiated profiles of women in Colombia based on their time use, sociodemographic characteristics, and attitudes toward gender roles. Using data from the 2021 National Time Use Survey (ENUT) and constructing synthetic variables, including a traditionalism index, six clusters were identified with contrasting patterns in the organization of domestic and unpaid care work.

The results confirm that although all women in the sample are subject to a structurally embedded sexual division of labor, this does not manifest uniformly. On the contrary, sharply differentiated profiles emerge based on age, educational attainment, employment status, rurality, and ethno-racial background. These findings reinforce the need to adopt an intersectional perspective to understand the distribution of care work and to design appropriate public policies.

The analysis highlighted, for instance, the situation of young women with a high care burden (Cluster 0), as well as the profile of Afro-Colombian women facing a double burden of caregiving and employment under conditions of structural disadvantage (Cluster 5). A group of women with greater autonomy and fewer reproductive responsibilities (Cluster 2) was also identified, although this does not necessarily imply a fair redistribution of care, but may instead involve delegation mechanisms to other, more precarious women.

The empirical findings support the claims of feminist economics, as they demonstrate how care work –unpaid, invisible, and deeply feminized– remains a fundamental pillar of life’s sustainability, yet goes unrecognized in traditional economic metrics. Moreover, they show that access to material or educational resources alone does not guarantee a transformation in gender patterns, as seen in the case of older women with relative material well-being but adherence to traditional domestic roles (Cluster 4).

From a methodological standpoint, the use of clustering techniques on time-use data offers a powerful tool to capture internal heterogeneity among women, moving beyond aggregate approaches that tend to homogenize their experiences. The identification of latent profiles provides valuable input for advancing toward public policies that are more responsive to diversity and oriented toward the real redistribution of care work.

Finally, the study acknowledges its limitations. As an exploratory analysis based on cross-sectional data, it does not allow for causal inference or the capture of temporal dynamics. Future research could incorporate longitudinal methods, cross-country comparisons, or qualitative approaches that deepen the understanding of individual trajectories and the meanings attributed to care.

In sum, this research contributes both empirical and conceptual evidence to redirect public debate toward a more just, democratic, and inequality-conscious social organization of care –one that reflects the complex everyday realities of women in Colombia.

6. References

1. Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007). k-means++: The advantages of careful seeding. In Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms (pp. 1027–1035). Society for Industrial and Applied Mathematics.
2. Benería, L. (2003). Gender, development, and globalization: Economics as if all people mat-tered. Routledge.
3. Carrasco, C. (2006). Invisibles y fundamentales: El trabajo de cuidados en Europa. Icaria. Crenshaw, K. (1991). Mapping the margins: Intersectionality, identity politics, and violence against women of color. Stanford Law Review, 43(6), 1241-1299.
4. Filmer, D., & Pritchett, L. H. (2001). Estimating wealth effects without expenditure data –or tears: An application to educational enrollments in states of India. Demography, 38(1), 115–132. <https://doi.org/10.1353/dem.2001.0003>
5. Fraser, N. (2011). Fortunas del feminismo: Del capitalismo gestionado por el Estado a la crisis neoliberal. Traficantes de Sueños.
6. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow (2nd ed.). O'Reilly Media.
7. Hill Collins, P. (2000). Black feminist thought: Knowledge, consciousness, and the politics of empowerment. Routledge.
8. Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D Graphics Environment. Computing in Science & Engineering, 9(3), 90-95.
9. Jolliffe, I. T. (2002). Principal Component Analysis (2nd ed.). Springer.
10. Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. Philosophical Transactions of the Royal Society: A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 374(2065), 20150202.
11. Kolenikov, S., & Angeles, G. (2009). Socioeconomic status measurement with discrete proxy variables: Is principal component analysis a reliable answer? Review of Income and Wealth, 55(1), 128–165. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2008.00309.x>

12. MacQueen, J. (1967a). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1, 281-297.
13. MacQueen, J. (1967b). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, 1, 281-297.
14. McKinney, W. (2010). Data Structures for Statistical Computing in Python. *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*, 51-56.
15. Moreno Salamanca, E. N. (2017). Organización social del cuidado y medición del trabajo no remunerado en Colombia. *Colombia Internacional*, (91), 23-50.
16. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.
17. Pérez Orozco, A. (2012). Subversión feminista de la economía: Aportes para un debate sobre el conflicto capital-vida. *Traficantes de Sueños*.
18. Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53-65. [https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7)
19. Shlens, J. (2014). A tutorial on principal component analysis [arXiv:1404.1100]. <https://arxiv.org/abs/1404.1100>
20. Thorndike, R. L. (1953). Who belongs in the family? *Psychometrika*, 18(4), 267-276. <https://doi.org/10.1007/BF02289263>
21. Vyas, S., & Kumaranayake, L. (2006). Constructing socio-economic status indices: How to use principal components analysis. *Health Policy and Planning*, 21(6), 459-468. <https://doi.org/10.1093/heapol/czl029>
22. Waskom, M. (2021). Seaborn: Statistical Data Visualization. *Journal of Open Source Software*, 6(60), 3021.

Appendix

This section presents supplementary material to the main analysis, including visualizations and descriptive tables associated with the results of the K-means model for different values of K, applied to the female population. It includes distributions, spatial projections of the clusters, and a detailed characterization of the identified profiles.

Appendix A

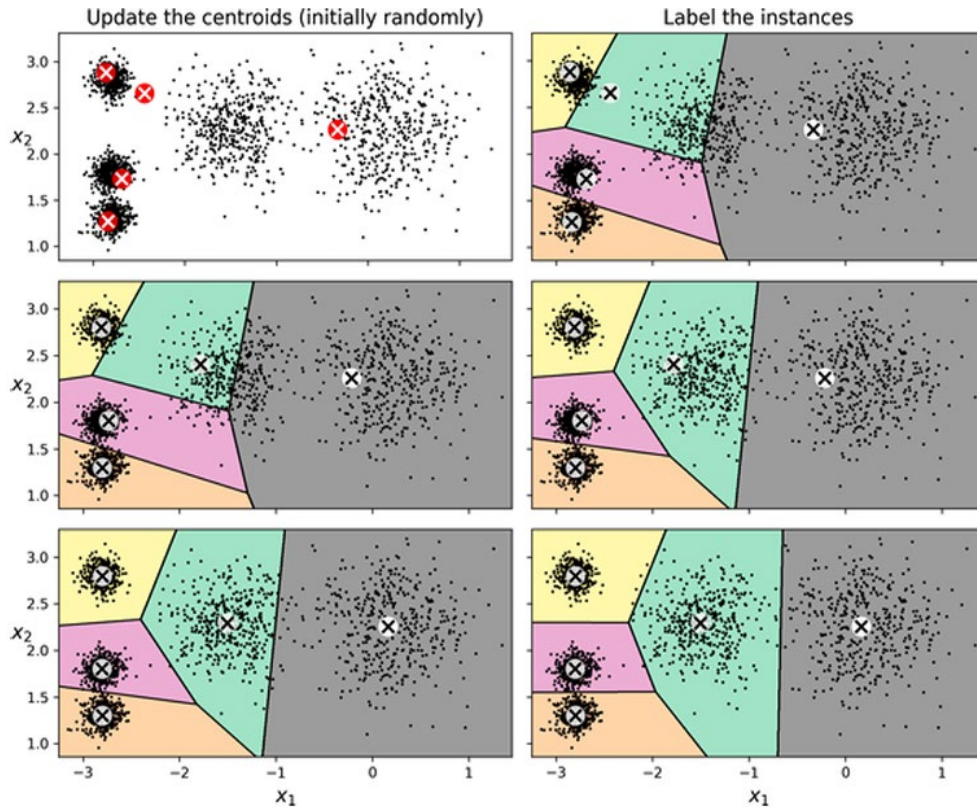
Survey Items Used to Construct the Traditionalism Index Respondents expressed their degree of agreement on a 1–4 Likert scale (1 = strongly disagree, 4 = strongly agree). For items S1, S2, and S5, values were reverse-coded (5 – response) so that higher scores consistently reflect stronger adherence to traditional gender norms.

1. P1107S1. “A mother who works outside the home is as good a mother as one who only works at home” (reverse-coded).
2. P1107S2. “Both men and women should contribute to household income” (reverse coded).
3. P1107S3. “A woman’s main goal is to marry and have children”.
4. P1107S4. “Women are better suited for domestic work than men”.
5. P1107S5. “Women have the same right as men to go out for leisure” (reverse-coded).
6. P1107S6. “The household head should be a man”.

Appendix B. Illustration of the K-means Algorithm

This appendix provides a schematic example of the iterative procedure followed by the K-means algorithm, using a hypothetical dataset for illustrative purposes. The aim is to visually demonstrate the steps involved in partitioning observations into clusters.

Figure B1. Schematic illustration of the iterative K-means process



Note. Adapted from Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow* (2nd ed.). O'Reilly Media.

Step 1. Initialization. Centroids are placed in the data space. In the standard algorithm, they are chosen randomly, although in practice the k-means initialization (Arthur & Vassilvitskii, 2007) is recommended to improve stability and convergence.

Step 2. Assignment. Each observation is assigned to the nearest centroid based on Euclidean distance, forming provisional clusters. This produces a partition of the data into Voronoi regions.

Step 3. Update. Centroids are recalculated as the mean position of the points assigned to each cluster. This update reflects the central tendency of the group.

Step 4. Iteration. Steps 2 and 3 are repeated iteratively. With each cycle, centroids move closer to stable positions, and cluster assignments adjust accordingly.

Step 5. Convergence. The algorithm stops when centroid positions no longer change significantly or when a pre-defined maximum number of iterations is reached. At this point, clusters are considered stable.

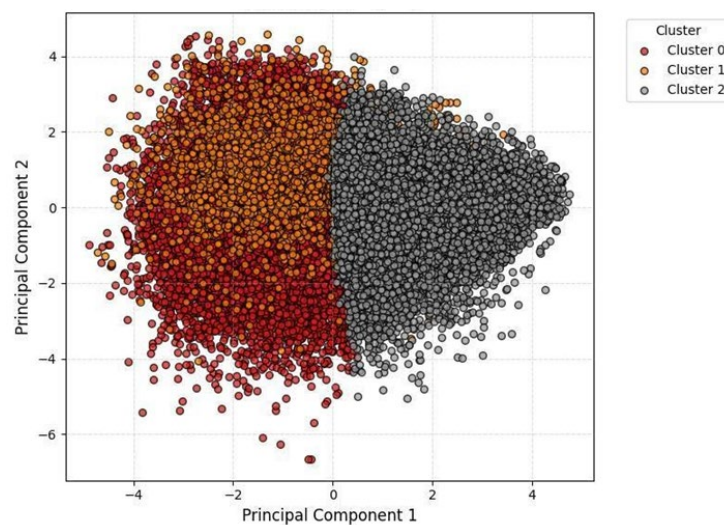
This iterative process ensures that the within-cluster sum of squares (WSS) is minimized, thereby maximizing the compactness of groups and the separation between them. Although K-means is sensitive to outliers and the initial placement of centroids, the use of k-means and multiple random restarts greatly improves the reliability of the solution.

Appendix C. Clustering Results with $K = 3$

Table C1. Distribution of records by Cluster ($K = 3$)

Cluster	Nº of cases	% of total
Cluster 0	25,138	53,04%
Cluster 1	2,266	4,78%
Cluster 2	19,988	42,18%

Figure C1. Two-Dimensional projection of Clusters (PCA 2D), $K = 3$



Note. Own elaboration. Source: ENUT 2021, DANE.

Table C2. Sociodemographic characterization by Cluster

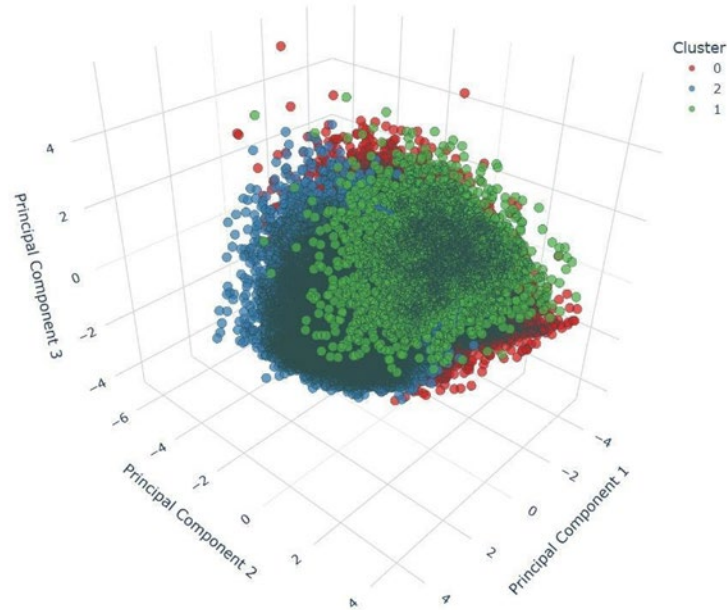
Variable	C0	C1	C2
Sex (1 = Male)	1.00	1.00	1.00
(std. dev.)	0.00	0.00	0.00
Age	49.35	54.31	41.03
(std. dev.)	17.95	16.28	14.71
Farmer	0.50	0.38	0.09
(std. dev.)	0.50	0.48	0.29
Socioeconomic status	1.66	2.04	2.64
(std. dev.)	0.79	1.05	1.20
Educational level	3.71	4.58	6.79
(std. dev.)	2.57	2.63	2.00

Table C3. Household condition and labor situation

Variable	C0	C1	C2
% Head of household	0.38	0.42	0.38
(std. dev.)	0.49	0.49	0.48
% Household with washing machine	0.56	0.71	0.88
(std. dev.)	0.50	0.45	0.33
% Employed	0.11	0.22	0.68
(std. dev.)	0.32	0.41	0.47
% Religious	0.00	1.00	0.00
(std. dev.)	0.00	0.00	0.00

Table C4. Traditional values and time allocation

Variable	C0	C1	C2
Traditionalism Index	2.01	2.01	1.58
(std. dev.)	0.54	0.57	0.47
Personal care (min)	638.18	638.85	580.47
(std. dev.)	143.44	127.45	113.16
Food provision (min)	138.91	122.87	70.58
(std. dev.)	78.99	80.80	65.41
Clothing maintenance (min)	44.38	36.28	13.42
(std. dev.)	56.16	49.86	29.64
Cleaning activities (min)	77.35	71.02	43.09
(std. dev.)	63.61	64.12	52.91
Caring for others (min)	22.02	10.02	14.79
(std. dev.)	51.75	36.61	41.89
Leisure time (min)	69.87	80.05	61.10
(std. dev.)	76.67	76.32	73.68

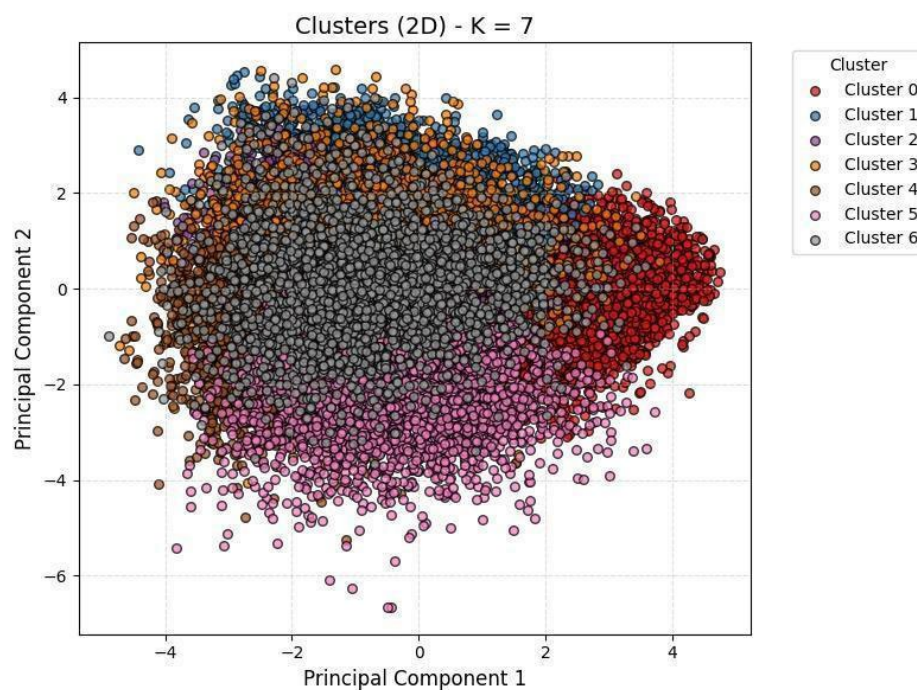
Figure C2. Three-Dimensional projection of Clusters (PCA 3D), K = 3

Note. Own elaboration. Source: ENUT 2021, DANE.

Appendix D. Clustering Results with

Table D1. Distribution of Records by Cluster (K = 7)

Cluster	Nº of cases	% of total
Cluster 0	12,812	27,04%
Cluster 1	8,463	17,86%
Cluster 2	9,191	19,40%
Cluster 3	2,259	4,77%
Cluster 4	8,096	17,09%
Cluster 5	3,842	8,11%
Cluster 6	2,721	5,74%

Figure D1. Two-Dimensional Projection of Clusters (PCA 2D), K = 7

Note. Own elaboration. Source: ENUT 2021, DANE.

Table D2. Sociodemographic characterization by Cluster

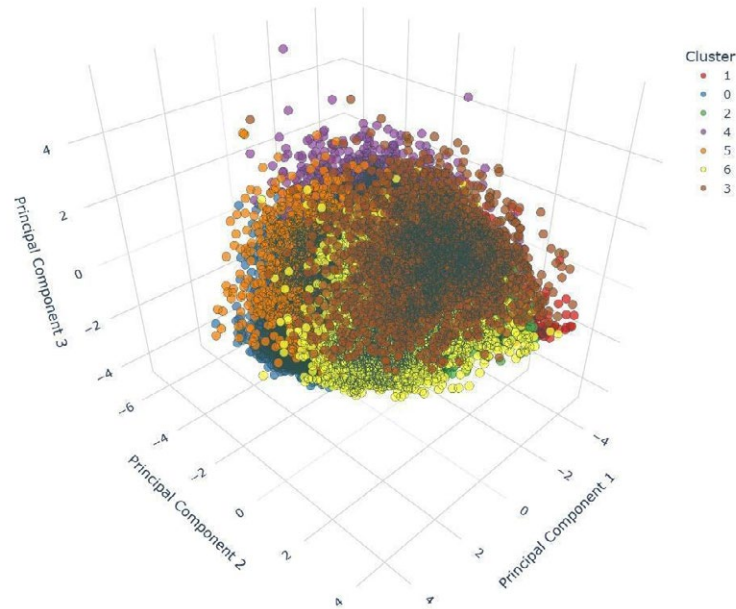
Variable	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Sex (1 = Male)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
(std. dev.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Age	38.33	64.06	44.64	54.34	45.89	49.27	39.31
(std. dev.)	12.13	14.39	16.30	16.28	14.37	17.60	13.37
Farmer	0.05	0.25	0.68	0.38	0.40	0.50	0.07
(std. dev.)	0.23	0.43	0.47	0.49	0.49	0.50	0.26
Socioeconomic status	2.75	2.48	1.37	2.04	1.83	1.66	2.65
(std. dev.)	1.18	1.11	0.55	1.05	0.85	0.79	1.20
Educational level	7.50	3.94	3.58	4.57	4.23	3.71	6.79
(std. dev.)	1.47	2.35	2.49	2.64	2.42	2.57	2.00

Table D3. Household Condition and labor situation

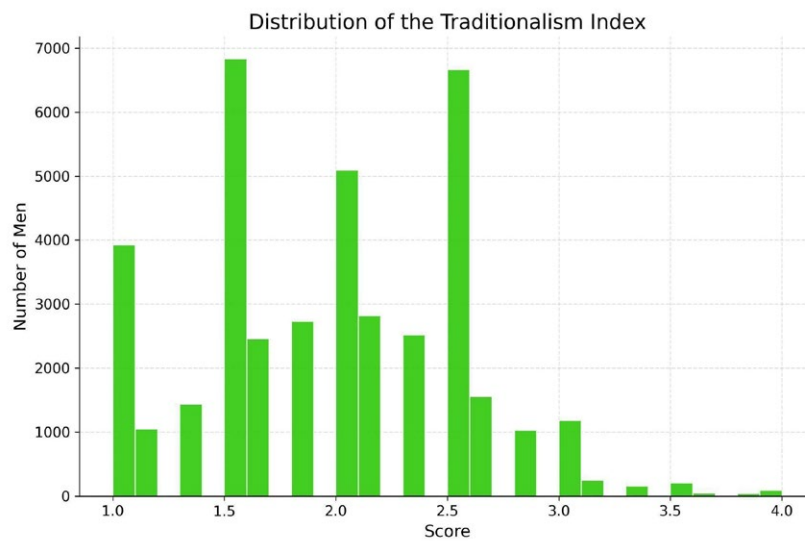
Variable	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
% Head of household	0.35	0.44	0.47	0.42	0.29	0.25	0.46
(std. dev.)	0.48	0.50	0.50	0.49	0.46	0.43	0.50
% Household with washing machine	0.93	0.92	0.21	0.71	0.70	0.64	0.66
(std. dev.)	0.25	0.27	0.41	0.45	0.46	0.48	0.47
% Employed	0.80	0.05	0.38	0.22	0.11	0.16	0.33
(std. dev.)	0.40	0.22	0.48	0.41	0.31	0.37	0.47
% Religious	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
(std. dev.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00

Table D4. Traditional values and time allocation

Variable	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Traditionalism Index	1.52	2.04	1.92	2.01	1.89	1.83
(std. dev.)	0.45	0.57	0.52	0.56	0.53	0.53
Personal care (min)	575.37	673.17	599.86	639.08	625.73	604.48
(std. dev.)	106.09	163.13	131.55	127.20	112.32	116.52
Food provision (min)	63.58	101.90	102.84	122.75	181.26	140.10
(std. dev.)	61.93	74.79	69.29	80.70	73.33	77.13
Clothing maintenance (min)	11.54	11.98	19.21	36.16	89.42	32.31
(std. dev.)	26.03	24.87	32.92	49.77	60.21	45.76
Cleaning activities (min)	39.34	50.46	45.68	70.89	123.25	76.85
(std. dev.)	48.58	50.48	42.10	64.08	69.63	58.73
Caring for others (min)	7.43	1.96	7.52	9.13	8.39	144.71
(std. dev.)	22.82	11.00	20.48	32.89	23.08	65.48
Leisure time (min)	60.87	79.86	61.64	80.15	66.76	56.69
(std. dev.)	72.37	85.29	75.35	76.34	70.75	68.18

Figure D2. Three-Dimensional Projection of Clusters (PCA 3D), K = 7

Note. Own elaboration. Source: ENUT 2021, DANE.

Figure D3. Distribution of the Traditionalism Index for Men

Note. Own elaboration. Source: ENUT 2021, DANE.





Revista de Estudiantes de Economía / Número 9 / Enero-diciembre 2025

INTERCAMBIO

Plataformas digitales y desarrollo económico en Colombia: Una mirada desde Lewis, Prebisch y North

**Digital platforms and
economic development
in Colombia: A view from
Lewis, Prebisch, and North**

.....

Laura Valentina Hernández Parra

E-ISSN 2619-6131



Plataformas digitales y desarrollo económico en Colombia: Una mirada desde Lewis, Prebisch y North*

Digital platforms and economic development in Colombia: A view from Lewis, Prebisch, and North

Laura Valentina Hernández Parra**

Resumen

La expansión de las plataformas digitales ha transformado las dinámicas laborales y productivas en múltiples economías, especialmente en contextos caracterizados por altos niveles de informalidad y desigualdad. En Colombia, este fenómeno ha generado nuevas oportunidades de generación de ingresos y acceso al trabajo, pero también ha profundizado debates sobre precarización laboral, dependencia tecnológica y capacidad regulatoria del Estado. El presente trabajo analiza el papel de la economía de plataformas en el desarrollo económico de Colombia a partir de tres perspectivas del pensamiento económico: el modelo de desarrollo dual de Arthur Lewis, la teoría de la dependencia de Raúl Prebisch y la teoría institucionalista de Douglass North. A través de una metodología cualitativa basada en revisión bibliográfica y análisis crítico, se examina cómo las



Intercamb. Rev. Estud.
Economía. N°. 9
Enero-diciembre 2025
127 pp.
E-ISSN 2619-6131
pp. 89-113

*, **Artículo recibido:** 20 de junio de 2025 | **Aceptado:** 7 de abril de 2026 | **Modificado:** 11 de mayo de 2026

** Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Correo electrónico: lahernandezpa@unal.edu.co

plataformas digitales inciden sobre la estructura del mercado laboral y en la generación de valor económico. Se concluye que, aunque estas plataformas pueden ampliar el acceso al empleo y facilitar ciertos procesos de inclusión económica, también tienden a reproducir dinámicas de informalidad, dependencia y concentración del valor cuando operan en marcos regulatorios débiles. En consecuencia, su contribución al desarrollo económico depende en gran medida de la capacidad institucional para regular estas actividades y promover condiciones más equitativas de participación económica.

Palabras claves: desarrollo económico, economía de plataformas, economía gig, trabajo.

Clasificación JEL: B20, B30, O15

Abstract

The expansion of digital platforms has transformed labor and productive dynamics across multiple economies, particularly in contexts characterized by high levels of informality and inequality. In Colombia, this phenomenon has created new opportunities for income generation and access to employment, while also intensifying debates surrounding labor precariousness, technological dependency, and the regulatory capacity of the State. This paper analyzes the role of the platform economy in Colombia's economic development through three perspectives of economic thought: Arthur Lewis' dual development model, Raúl Prebisch's dependency theory, and Douglass North's institutionalist theory. Through a qualitative methodology based on literature review and critical analysis, the study examines how digital platforms affect the structure of the labor market and the generation of economic value. It concludes that, although these platforms can expand access to employment and facilitate certain processes of economic inclusion, they also tend to reproduce dynamics of informality, dependency, and value concentration when operating within weak regulatory frameworks. Consequently, their contribution to economic development depends largely on the institutional capacity to regulate these activities and promote more equitable conditions of economic participation.

Keywords: economic development, platform economy, gig economy, work

Clasificación: JEL: B20, B30, O15

1. Introducción

La economía de plataformas se ha consolidado como uno de los fenómenos transformadores de los últimos años. Este modelo permite que las plataformas tecnológicas conecten directamente a proveedores y consumidores, modificando la forma en que las personas trabajan, consumen y se relacionan. Empresas como Google, Amazon, Meta y Uber han transformado sectores enteros mediante el uso de tecnologías digitales y modelos de intermediación basados en plataformas. Estas empresas no solo han modificado la organización de actividades como el transporte, el comercio y la comunicación, sino que también han consolidado nuevas formas de generación y captura de valor a nivel mundial. Aunque este fenómeno surgió con mayor fuerza en economías industrializadas, su expansión se ha extendido rápidamente hacia países en desarrollo, donde las plataformas digitales interactúan con mercados laborales caracterizados por altos niveles de informalidad y desigualdad.

En Colombia, plataformas como Rappi, Mercado Libre, Airbnb, entre otras, están transformando distintas dinámicas económicas y sociales. Su expansión ha impulsado nuevas formas de empleo flexible, la digitalización de actividades comerciales y el crecimiento de modelos de negocio basados en la intermediación digital, como el alquiler de viviendas para uso turístico. Al mismo tiempo, estas transformaciones han generado tensiones entre los modelos económicos tradicionales y las nuevas formas de intermediación digital, surgiendo la necesidad de analizar hasta qué punto las plataformas digitales contribuyen efectivamente al desarrollo económico o, por el contrario, reproducen dinámicas de informalidad y desigualdad.

En este contexto, el crecimiento de la economía de plataformas plantea interrogantes sobre sus efectos en la estructura productiva, las dinámicas laborales y la capacidad institucional del país para regular estas nuevas formas de organización económica. Más allá de su carácter innovador, resulta pertinente analizar si estas plataformas contribuyen efectivamente al desarrollo económico o si, por el contrario, reproducen dinámicas de informalidad, dependencia y concentración de valor. En este sentido, surge la pregunta ¿En qué medida la economía de plataformas contribuye

al desarrollo económico o reproduce dinámicas de informalidad y dependencia en Colombia? El presente estudio aborda esta problemática desde tres enfoques del pensamiento económico, el modelo de desarrollo dual de Arthur Lewis, la teoría centro-periferia de Raúl Prebisch y la teoría institucionalista de Douglas North. mediante técnicas cualitativas basadas en la revisión bibliográfica y el análisis crítico. De este modo, se busca analizar de manera articulada los aportes de estas teorías para comprender los desafíos actuales en materia de trabajo y desarrollo que actualmente se tiene en el país.

Resulta necesario precisar el concepto de desarrollo económico que orienta el análisis de este estudio. En este caso, el desarrollo se entiende como un proceso de transformación estructural que no solo implica el crecimiento económico, sino también cambios en la estructura productiva, la calidad del empleo y el marco institucional que regula las interacciones económicas. Desde esta perspectiva, el desarrollo no depende exclusivamente de la expansión de los mercados o del aumento de los ingresos, sino también de la capacidad de una economía para generar actividades más productivas, mejorar las condiciones laborales y construir instituciones capaces de sostener estos procesos en el largo plazo.

Esta definición permite integrar los enfoques de Lewis, Prebisch y North dentro de una misma discusión. Mientras Lewis enfatiza la transferencia de mano de obra hacia sectores más productivos como base de transformación estructural, Prebisch resalta las restricciones derivadas de la inserción internacional de las economías periféricas y North destaca el papel de las instituciones en la configuración de incentivos y resultados económicos. Estos enfoques permiten analizar la economía de plataformas más allá de su capacidad de generar ingresos o innovación tecnológica, considerando también sus efectos sobre la estructura productiva, las condiciones laborales y la capacidad institucional del país.

Bajo esta lógica, la selección de estos autores responde a la necesidad de analizar la economía de plataformas desde una perspectiva estructural e institucional, superando interpretaciones centradas exclusivamente en la eficiencia del mercado. Aunque

sus enfoques parten de preocupaciones distintas, los tres coinciden en señalar que el desarrollo económico está condicionado por factores que exceden la dinámica puramente mercantil, como la organización del trabajo, las relaciones de dependencia y la fortaleza institucional. A partir de ello, el presente análisis parte de la idea de que la economía de plataformas no constituye únicamente una innovación tecnológica, sino un fenómeno que incide simultáneamente sobre las dinámicas laborales y la generación y apropiación de valor.

2. Planteamiento del problema

Las economías de plataforma han transformado de manera significativa las dinámicas productivas y las relaciones laborales a nivel global. Según Kenney y Zysman estas empresas “no venden productos directamente, sino que crean infraestructuras digitales que permiten a otros interactuar y generar valor” (2016, p. 62). Este fenómeno se enmarca dentro de una nueva fase de la globalización, caracterizada por la digitalización, la automatización y la expansión de las tecnologías de la información y la comunicación. En este sentido (Baldwin, 2018) Sostiene que las tecnologías digitales han modificado no solo la organización de los mercados, sino también las formas de producción circulación y apropiación a escala mundial.

En Colombia, la masificación de este modelo comenzó en 2013 con la llegada de Uber, compañía que logró posicionarse rápidamente gracias a un esquema de conductores independientes y tarifas competitivas. No obstante, la plataforma operaba bajo un modelo que no contemplaba vínculos laborales formales ni las obligaciones tradicionales asociadas al empleo, como los aportes a seguridad social. Esto generó tensiones con el gremio de taxistas cuyos representantes denunciaban condiciones de competencia desigual frente a un servicio sometido a menores exigencias regulatorias. De acuerdo con el diario La República (2022), cerca de 50.000 conductores se movilaron en distintas ciudades del país reclamando mayores controles y regulación para estas plataformas.

Dos años más tarde surgió Rappi, *start-up* colombiana que transformó el mercado de domicilios. Según cifras reportadas por la propia empresa, en 2022 la plataforma

contaba con 150.000 repartidores registrados en el país, de los cuales el 52 % se conectaban con frecuencia (Rappi, 2022). Aunque la compañía se presenta como una fuente de ingresos complementarios, en la práctica muchos domiciliarios dependen de la plataforma como principal fuente de sustento, en condiciones caracterizadas por ingresos variables, ausencia de protección social y subordinación a sistemas algorítmicos de asignación de pedidos.

Entre 2017 y 2022 estas dinámicas se expandieron rápidamente hacia sectores como el transporte y el alojamiento turístico, generando debates sobre sus efectos económicos y sociales. En primer lugar, los trabajadores de plataformas no son reconocidos como empleados formales, sino como “colaboradores independientes”, lo que implica la exclusión de derechos fundamentales como seguridad social, prestaciones o negociación colectiva (De Stefano, 2019). Este tipo de relaciones traslada parte importante de los riesgos económicos hacia los trabajadores sin ofrecer mecanismos equivalentes de protección. En segundo lugar, las plataformas digitales plantean desafíos regulatorios y tributarios asociados a su operación transnacional y a la limitada presencia física en los países donde prestan servicios. Esta situación ha generado debates sobre la capacidad del Estado para regular actividades económicas desarrolladas a través de plataformas digitales, especialmente en materia tributaria, competencia y supervisión de actores tecnológicos con operaciones transnacionales.

Otro aspecto clave es la consolidación de la economía gig, basada en trabajos temporales o tareas puntuales sin una relación laboral estable (BID, 2022). Si bien estas formas de trabajo no son completamente nuevas, antes del auge tecnológico, ya existían formas de trabajo esporádicas e independientes, como el empleo por encargo o el trabajo a destajo. Con la digitalización y la proliferación de plataformas tecnológicas, este modelo ha adquirido una escala sin precedentes, especialmente a partir de la pandemia de COVID-19 cuando muchas personas recurrieron a estas plataformas como una alternativa ante la pérdida de empleos formales y las restricciones de movilidad. Así mismo la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2021) señala que sectores como el comercio electrónico, la entrega a domicilio y los

servicios digitales experimentaron un crecimiento significativo durante este periodo, consolidando la economía *gif* como una parte relevante del mercado laboral.

Aunque estas dinámicas han generado múltiples cuestionamientos laborales y regulatorios, las plataformas digitales también han ampliado las posibilidades de generación de ingresos para distintos sectores de la población tales como jóvenes, mujeres y migrantes, grupos que históricamente han enfrentado mayores barreras de inserción en el mercado laboral formal (Weller, 2020). Asimismo, ha favorecido la inclusión financiera al permitir el acceso a pagos digitales y servicios bancarios para trabajadores previamente excluidos del sistema financiero formal. (BID, 2022). En este contexto la expansión de estas plataformas ha adquirido relevancia como alternativa de generación de ingresos dentro de mercados laborales caracterizados por altos niveles de informalidad y vulnerabilidad laboral.

Frente a este panorama, las plataformas digitales han adquirido un papel cada vez más relevante en la economía colombiana al ampliar oportunidades de generación de ingresos y flexibilizar el acceso al trabajo. Sin embargo, también han generado debates sobre estabilidad laboral, la capacidad institucional para regular estas actividades y la concentración del valor en grandes actores tecnológicos. En ese sentido, la economía de plataformas no puede entenderse únicamente como una innovación tecnológica, sino también como un fenómeno económico y social con implicaciones estructurales sobre el mercado laboral, la organización productiva y las capacidades institucionales del país.

3. Contexto de la economía de plataformas en Colombia

En los últimos años, la economía de plataformas ha experimentado un crecimiento significativo en Colombia, consolidándose como un componente relevante dentro de la dinámica económica. Plataformas digitales vinculadas a sectores como transporte, domicilios, comercio electrónico y alojamiento han ampliado progresivamente su presencia, generando nuevas formas de interacción entre oferentes y consumidores. La OCDE (2021) señala que este crecimiento ha sido impulsado por factores como la expansión del acceso a internet, el uso masivo de dispositivos móviles y los cambios

en los patrones de consumo, especialmente a partir de la pandemia de COVID-19.

En términos económicos, aunque la medición del aporte agregado de la economía de plataformas aún presenta limitaciones, su crecimiento se refleja en la expansión del comercio electrónico. En Colombia, las ventas de comercio electrónico alcanzaron los 105 billones de pesos en 2024, lo que representa un crecimiento del 26,7% frente al año anterior (CCCE, 2025). Este comportamiento refleja el papel cada vez más relevante de las plataformas digitales en la transformación de los canales de comercialización y en la generación de valor dentro de la economía.

Desde el punto de vista laboral, las plataformas digitales se han consolidado como una fuente de ingresos para una proporción creciente de la población. Empresas como Rappi reportaron más de 150.000 repartidores registrados en Colombia durante 2022, según cifras divulgadas por la propia compañía. Este crecimiento evidencia la expansión de formas de trabajo mediadas por plataformas digitales, particularmente en contextos marcados por altos niveles de informalidad y dificultades de acceso al empleo formal.

Este fenómeno resulta particularmente relevante en el contexto colombiano, donde la informalidad laboral supera el 50% de la población ocupada (DANE, 2023), situación que ha favorecido la expansión de alternativas de generación de ingresos caracterizadas por bajas barreras de entrada y altos niveles de flexibilidad. Weller (2020) advierte que la economía de plataformas tiende a insertarse en estructuras laborales previamente marcadas por la informalidad, lo que plantea interrogantes sobre su capacidad para promover procesos de formalización o, por el contrario, reproducir dinámicas laborales ya existentes.

A nivel internacional, la expansión de la economía de plataformas ha generado respuestas regulatorias diversas. En países europeos como España, se han implementado normativas específicas como la “Ley Rider”, que reconoce a los repartidores como trabajadores dependientes, constituyéndose como una de las primeras respuestas regulatorias en la región. Este tipo de iniciativas ha contribuido al debate europeo en torno a la regulación del trabajo en plataformas, el cual se consolidó con

la aprobación de la Directiva (UE) 2024/2831 del Parlamento Europeo, enfocada en la mejora de las condiciones laborales en el trabajo en plataformas y en la regulación de los mecanismos algorítmicos utilizados por las plataformas para asignar tareas y evaluar trabajadores.

En contraste, en Estados Unidos predomina un enfoque más flexible basado en la clasificación de los trabajadores como contratistas independientes (OCDE, 2021). En América Latina, países como México, Chile y Brasil han enfrentado debates regulatorios similares, evidenciando la dificultad de adaptar los marcos institucionales a estas nuevas formas de organización productiva (BID, 2022).

Adicionalmente, una parte importante de las plataformas que operan en Colombia pertenecen a empresas transnacionales, lo que implica que una proporción significativa del valor generado se concentra fuera del país. Esta característica refuerza la inserción del país en dinámicas económicas globales en las que el control tecnológico y la acumulación de capital permanecen centralizados en grandes corporaciones globales, aspecto que guarda relación con las discusiones estructuralistas sobre relaciones centro-periferia y dependencia económica.

A nivel interno, el impacto de estas plataformas tampoco se distribuye de manera homogénea. Su expansión se concentra principalmente en grandes centros urbanos como Bogotá, Medellín y Cali, donde existe mayor infraestructura digital, densidad de demanda y acceso a tecnologías. En contraste, las regiones con menor acceso a conectividad presentan una penetración más limitada de estas plataformas, lo que puede profundizar brechas territoriales en el acceso a oportunidades económicas y servicios digitales.

4. Marco Teórico

El análisis de la economía de plataformas requiere un enfoque que permita comprender sus implicaciones más allá de la innovación tecnológica. En este sentido, los aportes de Lewis, Prebisch y North resultan complementarios, al permitir examinar este fenómeno desde tres dimensiones clave: la dinámica del mercado laboral, la inserción internacional de la economía y el papel de las instituciones en la configuración de los resultados económicos.

4.1 Modelo de desarrollo dual Arthur Lewis

El modelo de desarrollo dual de Arthur Lewis (1954) analiza el proceso de crecimiento económico en países en desarrollo caracterizados por la coexistencia de dos sectores: uno tradicional, con baja productividad y abundante mano de obra, y otro moderno, intensivo en capital y con mayores niveles de productividad. En este contexto, el autor plantea la existencia de una oferta prácticamente ilimitada de trabajo en el sector tradicional, derivada no solo del excedente de mano de obra rural, sino también de factores como el crecimiento demográfico y la creciente participación de la población femenina en el mercado laboral.

El crecimiento económico, en este modelo, se sustenta en la acumulación de capital en el sector moderno. A medida que los capitalistas invierten, se genera empleo y se atrae mano de obra desde el sector tradicional, sin presionar inicialmente los salarios debido a la abundancia de trabajadores. Este proceso permite aumentar la productividad agregada de la economía y avanzar hacia una transformación estructural, entendida como la reasignación progresiva de la mano de obra hacia actividades más productivas. El equilibrio se alcanza cuando el excedente de trabajo desaparece y los salarios comienzan a aumentar de manera sostenida.

Adicionalmente, Lewis (1954) plantea que, en economías abiertas, la dinámica de acumulación de capital puede enfrentar límites cuando la expansión del sector moderno reduce la disponibilidad de mano de obra barata, afectando las tasas de ganancia. En este escenario, los capitalistas pueden recurrir a estrategias como la migración laboral o la relocalización de inversiones hacia regiones con menores costos laborales, lo que introduce una dimensión internacional en el análisis del desarrollo.

A partir de este enfoque, el desarrollo económico se concibe como un proceso de transformación estructural basado en la expansión de sectores más productivos y en la mejora progresiva de las condiciones laborales. Sin embargo, la aplicación de este modelo a contextos contemporáneos plantea interrogantes relevantes, especialmente en economías donde nuevas formas de organización productiva, como las plataformas digitales, no necesariamente implican mejoras en la calidad del empleo ni una acumulación de capital que se traduzca en desarrollo a nivel local.

4.2 Teoría centro periferia Raúl Prebisch

La teoría estructuralista de Raúl Prebisch, desarrollada a partir del informe de la CEPAL de 1948 titulado “El desarrollo económico de América Latina y algunos de sus principales problemas”, plantea que el sistema económico internacional se organiza en torno a una relación asimétrica entre países del centro y la periferia. Mientras el centro concentra la producción de bienes con alto valor agregado, capacidad tecnológica y acumulación de capital, la periferia se especializa en actividades de menor productividad, lo que limita su capacidad de desarrollo. En este marco, el problema no es únicamente la especialización productiva, sino la forma en que esta condiciona la generación y apropiación del valor a nivel internacional.

Esta relación genera un fenómeno que Prebisch denominó deterioro de los términos de intercambio, mediante el cual los países periféricos, con el paso del tiempo, se ven obligados a exportar un volumen cada vez mayor de materias primas para poder importar la misma cantidad de productos provenientes del centro. Este proceso se explica principalmente por tres factores estructurales.

En primer lugar, la diferencia en las elasticidades de la demanda entre los bienes manufacturados y las materias primas contribuye a una distribución desigual de los beneficios del crecimiento económico global. Cuando los ingresos aumentan en los países industrializados, el consumo de bienes tecnológicos, productos duraderos y servicios especializados crece significativamente, impulsando al alza los precios de los productos del centro. En contraste, en los países periféricos, el consumo de alimentos y materias primas enfrentan una demanda más rígida, incluso en contextos de crecimiento económico, lo que limita el incremento de sus precios internacionales. Esto tiende a favorecer de manera desproporcionada a las economías industrializadas.

En segundo lugar, la innovación tecnológica. En los países industrializados, los avances técnicos mejoran la productividad y reducen los costos de producción, pero los beneficios de estas ganancias no siempre se trasladan a los consumidores, ya que las empresas retienen parte de ellos gracias a su poder de mercado. Por el contrario, en los países periféricos, las mejoras de productividad en sectores como la agricultura o

la minería suelen traducirse en reducciones de precios internacionales, debido a que se trata de mercados más competitivos y con menor capacidad de fijar precios por parte de los productores.

En tercer lugar, la estructura de los mercados internacionales profundiza el desequilibrio. Mientras que en muchos sectores industriales la producción está concentrada en pocas empresas con gran poder de negociación, en los mercados de materias primas predomina una estructura más atomizada, donde numerosos productores compiten entre sí, lo que limita su capacidad para incidir en los precios internacionales. Existen excepciones, como la OPEP en el caso del petróleo, pero en general esta diferencia contribuye a consolidar un intercambio desigual entre centro y periferia.

Otro aspecto clave de la relación centro-periferia es la asimetría en las relaciones laborales. En los países desarrollados, los trabajadores suelen estar mejor organizados a través de sindicatos fuertes y cuentan con legislaciones laborales más consolidadas, lo que les otorga mayor capacidad para resistir colectivamente reducciones en sus salarios o condiciones de trabajo. Esta fortaleza sindical y normativa hace que el capital en el centro tenga menos margen para trasladar los costos del ajuste directamente sobre sus trabajadores.

Sin embargo, las empresas y capitales del centro encuentran mecanismos para externalizar esos ajustes salariales hacia el comercio internacional. Una de las formas más frecuentes es presionar a la baja los precios que pagan por las materias primas y bienes básicos provenientes de la periferia. De este modo, los países periféricos absorben una parte importante de las tensiones que en el centro no se pueden resolver a través de reducciones salariales internas.

En la periferia el panorama es distinto, los sindicatos suelen ser más débiles, el poder de negociación de los trabajadores es limitado y la legislación laboral es menos estricta. Esto genera que los efectos de esa presión externa se traduzcan en salarios persistentemente bajos, empleo precario y altos niveles de desigualdad social. Así, la estructura desigual del comercio internacional no solo impacta en los términos de intercambio, sino también en la distribución interna del ingreso y en la capacidad de

las economías periféricas para alcanzar un desarrollo más equitativo.

Desde esta perspectiva, el desarrollo está condicionado por la forma en que las economías se insertan en el sistema internacional, de modo que las economías periféricas pueden participar en la producción sin lograr capturar una proporción significativa del valor que generan.

4.3 Teoría institucional Douglas North

Desde la teoría institucionalista de Douglas North, el desarrollo económico no puede entenderse únicamente a partir de factores tangibles como el capital físico, la acumulación tecnológica o los recursos naturales, sino que depende en gran medida de la calidad, estabilidad y evolución de las instituciones. Para North las instituciones son “las reglas del juego en una sociedad o, más formalmente, las limitaciones ideadas por los hombres que dan forma a la interacción humana” (1990, P.3). Estas reglas establecen los incentivos que enfrentan individuos y organizaciones, condicionando así los resultados económicos.

North distingue entre instituciones formales (leyes, constituciones, contratos y organismos del Estado) e informales (valores culturales, normas sociales, costumbres y tradiciones). Ambas dimensiones actúan de manera complementaria: mientras las instituciones formales definen el marco legal explícito en el que se desarrollan las relaciones económicas y sociales, las informales influyen en la forma en que dichas normas se interpretan, internalizan y aplican en contextos específicos. Juntas, crean un entorno que reduce la incertidumbre y facilita la cooperación, permitiendo así la inversión de largo plazo, la innovación, la especialización productiva y, en consecuencia, el crecimiento económico sostenido.

Sin embargo, North sostiene que el cambio institucional es un proceso complejo, gradual y, en muchos casos, ineficiente. Las sociedades no siempre adoptan las instituciones que maximizan el bienestar colectivo, ya que estas se encuentran profundamente determinadas por trayectorias históricas previas (*path dependence*), lo que puede consolidar equilibrios subóptimos en ausencia de mecanismos efectivos de corrección.

En sus palabras, “En un mundo de competencia imperfecta e información incompleta, las instituciones no son necesariamente eficientes. Persisten debido a la dependencia de la trayectoria y a los rendimientos crecientes que condicionan ciertas trayectorias institucionales.” (North, 1990, p. 99). Esta rigidez institucional puede obstaculizar la adaptación a nuevas condiciones económicas o tecnológicas, afectando el desarrollo económico en el largo plazo.

5. Aplicación de los modelos al caso colombiano

A partir de los lineamientos de las teorías previamente expuestas, se realizó un ejercicio de reinterpretación desde una perspectiva contemporánea. Para esto, se adaptaron ciertos elementos claves de cada uno de los enfoques: en el modelo de Lewis, se sustituyó al sector industrial por el de las economías de plataforma como receptor de la fuerza laboral excedente; en la teoría de Prebisch, se reemplazaron las materias primas por la fuerza laboral como recurso de intercambio; y en la teoría de North se consideró tanto la aceptación social del trabajo informal como la debilidad normativa del estado. Estas modificaciones permitieron evidenciar que, pese a tener un contexto diferente, estas teorías ofrecen herramientas conceptuales vigentes para analizar de forma crítica las transformaciones del mercado laboral y sus implicaciones en el desarrollo económico del país.

5.1 Modelo de desarrollo dual Arthus Lewis

Desde la perspectiva del modelo de desarrollo dual de Lewis, la economía de plataformas plantea una tensión central en torno a la naturaleza del “sector moderno” y su capacidad de generar transformación estructural. En principio, estas plataformas podrían interpretarse como parte de un sector moderno, debido a su uso intensivo de tecnología, su capacidad de intermediación digital y su inserción en mercados globales. Sin embargo, esta clasificación se vuelve discutible al observar que la incorporación de mano de obra en estas plataformas no necesariamente viene acompañada de mejoras sostenidas en productividad, estabilidad laboral o condiciones de empleo, elementos que, dentro del modelo de Lewis, caracterizan al sector moderno.

En el modelo de Lewis, el sector moderno se caracteriza por ofrecer mayores niveles de productividad, mejores salarios y condiciones laborales más estables, atrayendo progresivamente mano de obra desde el sector tradicional. No obstante, en el caso de las plataformas digitales en Colombia, si bien estas absorben una parte importante de la fuerza de trabajo (especialmente aquella proveniente de sectores informales), no necesariamente implican mejoras en la calidad del empleo. Por el contrario, gran parte de estos trabajos se caracterizan por ingresos inestables, ausencia de protección social y alta dependencia de sistemas algorítmicos, lo que sugiere más una reconfiguración de la informalidad que un proceso de formalización laboral.

Bajo esta lógica, las plataformas digitales no parecen generar la transformación estructural planteada por Lewis, ya que no se observa una transición clara hacia actividades significativamente más productivas ni una convergencia en las condiciones laborales entre sectores. En lugar de reducir el excedente de mano de obra, estas plataformas parecen absorberlo sin modificar sustancialmente su situación, manteniendo salarios poco competitivos y sin generar presiones al alza sobre los mismos.

Adicionalmente, la dinámica de acumulación de capital presenta limitaciones importantes. A diferencia del modelo de Lewis, donde las ganancias del sector moderno son reinvertidas en la economía local, muchas plataformas operan bajo estructuras empresariales transnacionales, lo que implica que una parte significativa de los beneficios se transfiere a casas matrices en el exterior. Esto limita su capacidad de impulsar procesos sostenidos de acumulación de capital y, por ende, de transformación estructural a nivel nacional.

En conjunto, estos elementos sugieren que la economía de plataformas en Colombia no encaja plenamente en la lógica del sector moderno propuesta por Lewis. Más bien, puede interpretarse como una forma híbrida que combina altos niveles de sofisticación tecnológica con condiciones laborales propias del sector tradicional, lo que limita su potencial como motor de desarrollo económico en el sentido clásico del modelo.

5.2 Teoría centro periferia Raúl Prebisch

Desde la perspectiva de la teoría centro-periferia, la economía de plataformas puede interpretarse como una nueva forma de inserción de Colombia en el sistema económico internacional, en la que, si bien cambian los mecanismos de generación de valor, persisten las asimetrías en su apropiación. A diferencia del esquema tradicional analizado por Prebisch, en el que la periferia exporta materias primas y el centro manufacturas, en el contexto actual el intercambio se estructura en torno a servicios digitales, infraestructura tecnológica y trabajo mediado por plataformas.

En este sentido, las economías centrales concentran la propiedad de las plataformas, el desarrollo tecnológico, el control de los datos y la capacidad de innovación, mientras que economías como la colombiana participan principalmente a través de la provisión de trabajo, usuarios y mercados. Esta configuración implica que, aunque la actividad económica se desarrolle localmente, una proporción significativa del valor generado es capturada por empresas transnacionales mediante comisiones, rentas tecnológicas y el control de la intermediación digital. En este contexto, se configura una nueva forma de dependencia en la que los países periféricos aportan principalmente fuerza laboral de baja calificación (como conductores, repartidores o trabajadores de servicios) mientras consumen servicios digitales diseñados, administrados y monetizados desde el centro. De esta manera, se reproduce el patrón identificado por Prebisch: el valor agregado se concentra en las economías centrales, mientras que las periféricas proveen los insumos necesarios para el funcionamiento de estas plataformas, limitando su capacidad de desarrollo.

Bajo esta lógica, el deterioro de los términos de intercambio puede reinterpretarse parcialmente en el contexto de la economía de plataformas. Aunque ya no se trata de un intercambio tradicional entre bienes primarios y manufacturas, persisten dinámicas de distribución desigual del valor generado. A medida que aumenta la participación de trabajadores y pequeños oferentes en estas plataformas, una parte importante de los ingresos depende del volumen de transacciones realizadas, mientras que las empresas propietarias conservan una posición privilegiada en la captura de valor mediante comisiones, control de datos y sistemas algorítmicos de intermediación.

Asimismo, la innovación tecnológica, que en el enfoque de Prebisch constituía una fuente de ventaja para las economías del centro, adquiere en este contexto una nueva implicación. En la economía de plataformas, la tecnología no solo incrementa la productividad, sino que permite controlar la intermediación entre oferentes y demandantes a través de algoritmos y el manejo de datos. Esto otorga a las plataformas la capacidad de definir precios, asignar la demanda y capturar una mayor proporción del valor generado, incluso cuando la actividad económica ocurre fuera de los países donde se ubican estas empresas. De esta manera, la innovación no solo amplía las brechas existentes, sino que transforma los mecanismos mediante los cuales se concentra el excedente.

Por otra parte, la estructura de estos mercados reproduce una asimetría en el poder de negociación similar a la planteada por Prebisch. Mientras las plataformas operan en mercados altamente concentrados, apoyados en efectos de red y economías de escala, los trabajadores y pequeños comercios se encuentran dispersos lo que limita su capacidad para incidir en las condiciones de intercambio. A esto se suma la débil organización laboral característica de las economías periféricas. En el caso colombiano, no fue sino hasta 2020 que se creó la primera organización de trabajadores de plataformas, UNIDAPP, la cual opera principalmente a través de una aplicación móvil que permite la afiliación y la prestación de asesoría jurídica a sus miembros (OIT, 2021). No obstante, su alcance sigue siendo limitado, lo que evidencia que solo una fracción reducida de estos trabajadores se encuentra vinculada a mecanismos de representación colectiva, restringiendo aún más su capacidad de negociación frente a las plataformas.

Finalmente, estos elementos sugieren que la economía de plataformas en Colombia no modifica de manera sustancial su posición dentro del sistema económico internacional, sino que reconfigura las dinámicas de dependencia en un entorno digital. Aunque el país participa activamente en la generación de valor, las empresas propietarias de las plataformas mantienen una posición predominante en el control de la infraestructura tecnológica, los datos y los mecanismos de intermediación. Desde una perspectiva estructuralista, esto puede limitar la capacidad de las economías

periféricas para capturar una mayor proporción del valor generado y traducirlo en procesos sostenidos de acumulación y desarrollo económico.

5.3 Teoría institucionalista de North

Desde la perspectiva institucionalista de North, la economía de plataformas en Colombia puede entenderse como el resultado de un desajuste entre la rapidez de la innovación tecnológica y la capacidad de adaptación de las instituciones. En este contexto, el problema no radica únicamente en la aparición de nuevas formas de organización productiva, sino en la manera en que las reglas formales e informales estructuran los incentivos que enfrentan los distintos actores.

En términos de instituciones formales, la regulación laboral y tributaria en Colombia han mostrado limitaciones para adaptarse a las particularidades de la economía de plataformas. La clasificación de los trabajadores como independientes, la ausencia de marcos claros para la protección social y las dificultades para gravar actividades digitales transnacionales han configurado un entorno en el que las plataformas pueden operar con menores costos regulatorios. Frente a estas dificultades, el Estado colombiano ha comenzado a introducir mecanismos regulatorios dirigidos a responder a las transformaciones del trabajo mediado por plataformas digitales. La reforma laboral aprobada en junio de 2025 introduce la obligación de que las plataformas definan la naturaleza del vínculo con sus colaboradores (dependiente o independiente), con el objetivo de avanzar en su afiliación a la seguridad social; adicionalmente, incorpora medidas como el auxilio de conectividad para modalidades de trabajo remoto y mayores exigencias de formalización en contratos por obra o labor (Llanos, 2025). Si bien estos cambios representan un esfuerzo por ajustar las reglas del juego, su efectividad dependerá de la capacidad institucional para implementarlos y hacerlos cumplir en un entorno caracterizado por alta flexibilidad laboral.

Por su parte, las instituciones informales también juegan un papel relevante. En un contexto donde la informalidad laboral es persistente, al cierre del segundo trimestre de 2025, el 55 % de la población ocupada se encontraba en esta condición

(DANE, 2025), las plataformas son percibidas como una alternativa legítima de generación de ingresos, aun cuando no garanticen estabilidad o protección social. Esta aceptación social reduce la presión por cambios regulatorios más estrictos y contribuye a la consolidación del modelo, reforzando un equilibrio en el que la flexibilidad prima sobre la formalización.

Desde esta perspectiva, la persistencia de estas dinámicas puede entenderse a partir del concepto de *path dependency*, según el cual las decisiones y estructuras institucionales del pasado condicionan las posibilidades de cambio en el presente. En el caso colombiano, una economía históricamente marcada por altos niveles de informalidad y limitaciones en la capacidad regulatoria tiende a incorporar las plataformas digitales adaptándolas a estas condiciones preexistentes, en lugar de transformarlas de manera sustancial. En consecuencia, las nuevas tecnologías no necesariamente generan cambios estructurales en el mercado laboral, sino que terminan integrándose a un marco institucional que ya favorece esquemas laborales flexibles y con bajos niveles de protección social.

Adicionalmente, la interacción entre plataformas y entorno institucional contribuye a consolidar un equilibrio en el que distintos actores encuentran incentivos para mantener el *status quo*. Las plataformas se benefician de menores costos regulatorios, los consumidores acceden a servicios más baratos y los trabajadores obtienen ingresos en ausencia de mejores alternativas. Sin embargo, este equilibrio resulta subóptimo desde una perspectiva de desarrollo, en la medida en que limita la formalización, reduce la capacidad de recaudo estatal y restringe la posibilidad de mejorar las condiciones laborales.

En este sentido, la economía de plataformas no solo plantea desafíos económicos, sino también institucionales. Desde la perspectiva de North, el problema central no radica únicamente en la expansión de nuevas tecnologías, sino en la capacidad de las instituciones para evitar que estas dinámicas consoliden esquemas persistentes de informalidad y baja protección laboral. De esta manera, el desarrollo de la economía de plataformas en Colombia dependerá no solo de su capacidad de innovación, sino

también de la construcción de marcos institucionales capaces de equilibrar flexibilidad económica, protección social y generación de valor a nivel nacional.

6. Conclusiones

El análisis de la economía de plataformas en Colombia, a la luz de los enfoques de Lewis, Prebisch y North, permite identificar que este fenómeno no constituye, por sí mismo, un motor automático de desarrollo económico. Si bien estas plataformas han ampliado las oportunidades de ingreso y dinamizado ciertos sectores, su impacto estructural depende de las condiciones bajo las cuales se insertan en la economía.

Desde la perspectiva de Lewis, la economía de plataformas no parece estar impulsando un proceso de transformación estructural en el sentido clásico. Aunque absorbe mano de obra, especialmente proveniente de sectores informales o con baja productividad, lo hace bajo esquemas que no necesariamente implican mejoras en la calidad del empleo ni incrementos sostenidos en la productividad. En este sentido, más que facilitar la transición hacia sectores modernos, estas plataformas pueden estar consolidando formas de empleo intermedias, caracterizadas por la flexibilidad y la ausencia de protección social.

Por su parte, el enfoque de Prebisch sugiere que la economía de plataformas reproduce, en un entorno digital, las dinámicas de dependencia propias de la relación centro-periferia. A pesar de que la actividad económica se desarrolla localmente, la captura de valor se concentra en empresas transnacionales que controlan la infraestructura tecnológica y los datos. Esto limita la capacidad de la economía colombiana para apropiarse del excedente generado, configurando una inserción internacional que, aunque más sofisticada, no necesariamente es más favorable en términos de desarrollo.

Desde la perspectiva institucional de North, estas dinámicas pueden entenderse como el resultado de un entorno en el que las reglas formales e informales no han logrado adaptarse plenamente a las transformaciones tecnológicas. La persistencia de altos niveles de informalidad, junto con vacíos regulatorios, genera incentivos que favorecen la expansión de las plataformas bajo esquemas de baja protección laboral y

limitada contribución fiscal. En este contexto, la economía de plataformas se integra a un equilibrio institucional que, si bien es funcional en el corto plazo, resulta subóptimo desde una perspectiva de desarrollo.

En conjunto, estos enfoques permiten concluir que el principal desafío no radica en la existencia de las plataformas digitales, sino en las condiciones bajo las cuales operan. Su potencial para contribuir al desarrollo económico dependerá de la capacidad de generar transformaciones en la estructura productiva, mejorar la calidad del empleo y fortalecer el marco institucional que regula estas actividades.

En este sentido, se plantean algunas recomendaciones. En primer lugar, desde el Estado, resulta fundamental avanzar en la construcción de marcos regulatorios que reconozcan las particularidades de la economía de plataformas, garantizando condiciones mínimas de protección social sin desincentivar la innovación. En segundo lugar, es necesario fortalecer los mecanismos de fiscalización y tributación de las plataformas digitales, con el fin de mejorar la capacidad de recaudo y reducir las asimetrías frente a otros sectores económicos. En tercer lugar, desde el sector privado, se requiere promover modelos de negocio que integren mejores condiciones laborales y mayor transparencia en la asignación de tareas y remuneraciones. Finalmente, desde la academia, es clave continuar investigando estas dinámicas, generando evidencia que permita orientar el diseño de políticas públicas más efectivas.

7. Referencias

1. Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2022). Economía gig y la inclusión financiera de las mujeres en América Latina. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/economia-gig-y-la-inclusion-financiera-de-las-mujeres-en-america-latina.pdf>
2. Baldwin, R. E. (2016). The great convergence: Information technology and the new globalization. Harvard University Press. <https://archive.org/details/greatconvergence0000bald>
3. Bardey, D. (2022). El trabajo intermediado por plataformas en Colombia: Aspectos conceptuales y propuesta de regulación desde la teoría de contratos y

- la organización industrial (Documentos de Proyectos LC/TS.2022/58). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ce0e6d4d-8952-4e8f-8b33-b58db27c039e/content>
4. Berg, J., Furrer, M., Harmon, E., Rani, U., & Silberman, M. S. (2018). Digital labour platforms and the future of work: Towards decent work in the online world. International Labour Organization. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_645337.pdf
 5. Cámara Colombiana de Comercio Electrónico [CCCE]. (2024). Informe de cierre: Comportamiento del comercio electrónico en Colombia 2024. <https://ccce.org.co/wp-content/uploads/2017/06/Informe-de-Cierre-2024-Version-Publica-Apr.pdf>
 6. Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2023). Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH): Boletín técnico de informalidad laboral. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bol_geih_informalidad_ene23_mar23.pdf
 7. Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2025). Ocupación informal trimestre abril-junio de 2025. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIHEISS-abr-jun2025.pdf>
 8. Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2022). Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia potencia mundial de la vida. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>
 9. De Stefano, V. (2019). El trabajo en la economía de las plataformas: Mecanismos de control algorítmico en el trabajo en plataformas. *Revista Internacional del Trabajo*, 138(1), 11–31. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---actrav/documents/publication/wcms_728720.pdf
 10. Fairwork. (2022). Fairwork Colombia ratings 2021: Promises of social security reforms in the gig economy. https://fair.work/wp-content/uploads/sites/17/2022/07/Fairwork_Report_Colombia-2022-ES-8.7.22.pdf

11. Kenney, M., & Zysman, J. (2016). The rise of the platform economy. *Issues in Science and Technology*, 32(3). <https://issues.org/rise-platform-economy-big-data-work/>
12. Lewis, W. A. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour. *The Manchester School*, 22(2), 139–191. <https://la.utexas.edu/users/hcleaver/368/368lewistable.pdf>
13. Llanos, L. (2025, junio 15). Los 5 puntos clave de la reforma laboral. Senado de la República de Colombia. <https://www.senado.gov.co/index.php/el-senado/noticias/6553-los-5-puntos-clave-de-la-reforma-laboral>
14. Madariaga, J., Buenadicha Sánchez, C., Molina, E., Ernst, C., & BID Lab. (2019). Economía de plataformas y empleo: ¿Cómo es trabajar para una app en Argentina? <https://doi.org/10.18235/0001712>
15. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC]. (2022). Estrategia nacional digital de Colombia 2023-2026. https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-334120_recurso_1.pdf
16. North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678>
17. Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2021). El trabajo en las plataformas digitales de reparto en Colombia: Análisis y recomendaciones de política. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40americas/%40ro-lima/documents/publication/wcms_832220.pdf
18. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2021). Perspectivas económicas de América Latina 2021: Avanzando juntos hacia una mejor recuperación. <https://www.oecd.org/dev/americas/Perspectivas-Economicas-de-America-Latina-2021.pdf>
19. Prebisch, R. (1950). El desarrollo económico de América Latina y algunos de sus principales problemas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40010-desarrollo-economico-la-america-latina-algunos-sus-principales-problemas>

20. Rappi Colombia. (2022). Una radiografía de los repartidores de la “SúperApp”. <https://about.rappi.com/una-radiografia-de-los-repartidores-de-la-superapp>
21. Rapoport, M., & Guiñazú, S. (2016). Raúl Prebisch: Historia, pensamiento y vigencia de la teoría de la transformación para el desarrollo de América Latina. <https://www.redalyc.org/pdf/5745/574577216004.pdf>
22. Rodríguez, P., & Azuara, P. (2022). Gig economy: El nuevo paradigma para la generación de ingresos. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://www.iadb.org/es/blog/mercados-laborales/gig-economy-el-nuevo-paradigma-para-la-generacion-de-ingresos>
23. Souto, A. (2022). En las rutas de la precariedad normalizada: Narrativas de migrantes repartidores en Bogotá y Lima [Tesis de posgrado, El Colegio de la Frontera Norte]. <https://posgrado.colef.mx/wp-content/uploads/2022/10/TESIS-Santos-Souto-de-Andrade-Carolina-DEM.pdf>
24. Weller, J. (2020). Trabajo decente para los trabajadores de plataformas en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46955/1/S2100277_es.pdf

Anexos

Anexo 1

En Colombia, los primeros avances hacia la regulación de las economías de plataforma se evidencian en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, donde, en el marco de la política pública de trabajo decente y digno, se plantea como uno de los desafíos “disminuir, las brechas laborales y de género y regular las nuevas modalidades de trabajo, como las plataformas digitales, bajo criterios de progresividad y estabilidad” (DNP, 2022). En línea con este enfoque, la Estrategia Nacional Digital 2023-2026 liderada por el ministerio TIC, también reconoce los desafíos asociados a estas nuevas formas de empleo, y plantea como meta “impulsar acciones para actualizar el marco normativo relacionado con las modalidades de trabajo a través de plataformas

digitales, que permitan disminuir las brechas laborales y de género, bajo criterios de progresividad y estabilidad” (MINTIC, 2022).

A sí mismo se suma el proyecto de Ley 136 de 2024, actualmente en trámite, que propone establecer una regulación específica a los servicios de transporte privado intermediado por plataformas digitales, teniendo en cuenta las particularidades de estas relaciones laborales.

Finalmente, en junio de 2025 se aprobó la reforma laboral, la cual contempla una serie de garantías para los trabajadores de plataformas, tal como el acceso a seguridad social mediante un sistema de aportes compartidos entre empresa y trabajador. La propuesta consiste en que las plataformas asumirán el 60% de los aportes a salud y pensión, así como el 100% del aporte a riesgos laborales, mientras que los trabajadores contribuirán con el 40% restante en salud y pensión.





Revista de Estudiantes de Economía / Número 9 / Enero-diciembre 2025

INTERCAMBIO

Uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción de satisfacción en la movilidad

Using Transmilenio as the Main Mode of Transport and Perceived Mobility Satisfaction

.....

***Lina María Álvarez Ardila
María Paula Álvarez Herrera
Sara Rocío Rojas Gómez***

E-ISSN 2619-6131



Uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción de satisfacción en la movilidad*

Using Transmilenio as the Main Mode of Transport and Perceived Mobility Satisfaction

Lina María Álvarez Ardila**

María Paula Álvarez Herrera***

Sara Rocío Rojas Gómez****

Resumen

Este estudio analiza la relación entre el uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción de satisfacción con la movilidad urbana en Bogotá. A partir de la Encuesta de Percepción de la Movilidad y Entornos Urbanos (2024), se emplea el método de emparejamiento por puntaje de propensión (PSM) para comparar usuarios que utilizan Transmilenio con individuos comparables que recurren a otros medios de transporte. El puntaje de propensión se estima mediante un modelo Logit que incorpora características sociodemográficas,



Intercamb. Rev. Estud.
Economía. N°. 9
Enero-diciembre 2025
127 pp.
E-ISSN 2619-6131
pp. 116-137

* **Artículo recibido:** 25 de junio de 2025 | **Aceptado:** 7 de abril de 2026 | **Modificado:** 29 de mayo de 2026

** Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Correo electrónico: lialvareza@unal.edu.co

*** Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Correo electrónico: malvarezh@unal.edu.co

**** Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Correo electrónico: srojasgo@unal.edu.co

percepciones de seguridad y factores espaciales, incluyendo la distancia a la troncal más cercana y una medida de vecindad espacial tipo KNN. Posteriormente, se implementa un emparejamiento Kernel bajo soporte común y se evalúa el balance de covariables entre los grupos comparados. Los resultados muestran una diferencia positiva y estadísticamente significativa en los niveles reportados de satisfacción con la movilidad entre usuarios de Transmilenio y usuarios comparables de otros modos de transporte ($ATT = 0.235$; $EE = 0.016$; $p < 0.001$), con un intervalo de confianza del 95 % $[0.109, 0.276]$. Asimismo, los análisis espaciales evidencian la presencia de autocorrelación geográfica, lo que justifica la incorporación de controles territoriales en la estimación. No obstante, los resultados deben interpretarse con cautela, dado que la satisfacción con la movilidad corresponde a una medida subjetiva y multidimensional, susceptible a factores no observados relacionados con preferencias individuales, experiencias previas y percepciones del sistema de transporte. En consecuencia, los hallazgos no deben entenderse como evidencia causal concluyente, sino como asociaciones consistentes con mayores niveles de satisfacción reportada entre usuarios de Transmilenio una vez controladas características observables. En conjunto, los resultados sugieren que los sistemas de transporte masivo pueden influir no solo sobre dimensiones operativas de la movilidad, sino también sobre la experiencia subjetiva reportada por los usuarios. Esto resalta la relevancia de fortalecer políticas orientadas a mejorar condiciones de seguridad, confort y calidad percibida del servicio dentro de los sistemas de transporte urbano.

Palabras clave: Transmilenio, movilidad urbana, transporte público, satisfacción del usuario, emparejamiento por puntaje de propensión, análisis espacial.

Clasificación JEL: R15, R28, R41, R42, R58

Abstract

This study analyzes the relationship between the use of Transmilenio as the main mode of transport and perceived satisfaction with urban mobility in Bogotá. Using data from the 2024 Mobility and Urban Environment Perception Survey, the study

Sara Rocío Rojas Gómez
María Paula Álvarez Herrera
Lina María Álvarez Ardila

applies Propensity Score Matching (PSM) to compare Transmilenio users with comparable individuals who rely on other modes of transportation. The propensity score is estimated through a Logit model that incorporates sociodemographic characteristics, safety perceptions, and spatial factors, including distance to the nearest trunk corridor and a K-nearest neighbors (KNN) spatial proximity measure. Subsequently, Kernel Matching under common support is implemented, and covariate balance between the comparison groups is assessed. The results show a positive and statistically significant difference in reported mobility satisfaction levels between Transmilenio users and comparable users of other transport modes (ATT = 0.235; SE = 0.016; $p < 0.001$), with a 95% confidence interval of [0.109, 0.276]. In addition, spatial analyses reveal the presence of geographic autocorrelation, supporting the inclusion of territorial controls in the estimation. Nevertheless, the findings should be interpreted with caution, as mobility satisfaction is a subjective and multidimensional measure that may be influenced by unobserved factors related to individual preferences, previous experiences, and perceptions of the transport system. Consequently, the results should not be interpreted as conclusive causal evidence, but rather as associations consistent with higher reported satisfaction levels among Transmilenio users after controlling for observable characteristics.

Overall, the findings suggest that mass transit systems may influence not only operational dimensions of mobility, but also users' reported subjective travel experiences. This highlights the importance of strengthening policies aimed at improving safety, comfort, and perceived service quality within urban public transport systems.

Keywords: Transmilenio, urban mobility, public transport, user satisfaction, Propensity Score Matching, spatial analysis.

JEL classification: R15, R28, R41, R42, R58

1. Introducción

El sistema Transmilenio fue inaugurado en diciembre de 2000 como una estrategia para reorganizar el transporte público de Bogotá frente a problemas persistentes

de congestión vehicular, rutas informales y baja calidad del servicio asociados al esquema tradicional de buses y busetas operados con limitada coordinación institucional (Chaparro, 2002).

Desde su implementación, múltiples estudios han analizado los efectos operativos y urbanos del sistema, destacando reducciones en tiempos de viaje, aumentos en velocidad comercial, disminuciones en emisiones contaminantes (Hidalgo et al., 2013) y efectos sobre valorización inmobiliaria (Perdomo y Moreno., 2010). No obstante, paralelamente a estos resultados, distintos estudios y encuestas de percepción han documentado deterioros en la experiencia reportada por los usuarios, asociados principalmente al sobrecupo, la percepción de inseguridad y las dificultades de integración operacional del sistema.

En particular, la percepción de seguridad se ha consolidado como uno de los principales factores de insatisfacción, especialmente entre mujeres usuarias del sistema. Encuestas recientes reportan altos niveles de percepción de inseguridad y experiencias de acoso dentro de Transmilenio (Riaño, 2025), lo que evidencia que los indicadores operativos tradicionales no capturan completamente la experiencia cotidiana de movilidad urbana.

En este contexto, resulta relevante analizar la relación entre el uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la percepción reportada de satisfacción con la movilidad urbana. Por tanto, esta investigación busca analizar la relación entre el uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la satisfacción reportada con la movilidad urbana en Bogotá, considerando variables sociodemográficas, percepciones de seguridad y factores espaciales. En particular, el estudio examina si existen diferencias en los niveles reportados de satisfacción entre usuarios de Transmilenio y usuarios de otros modos de transporte con características observables comparables.

Para ello, se utiliza información proveniente de la Encuesta de Percepción de la Movilidad y Entornos Urbanos de Bogotá (2024), elaborada por la Cámara de Comercio de Bogotá. La encuesta recoge información sobre patrones de movilidad, percepción de seguridad, características sociodemográficas y satisfacción reportada con la movilidad

Sara Rocío Rojas Gómez
María Paula Álvarez Herrera
Lina María Álvarez Ardila

urbana en una escala tipo Likert de 1 a 5. El análisis se realiza sobre la muestra efectiva de individuos con información completa para las variables incluidas en la estimación.

Metodológicamente, el estudio emplea Propensity Score Matching (PSM) como estrategia de comparabilidad observacional entre usuarios de Transmilenio y usuarios de otros medios de transporte. El objetivo es estimar diferencias promedio ajustadas en satisfacción reportada entre grupos comparables condicionados a covariables observables.

El artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 presenta el marco conceptual y la revisión de literatura sobre transporte urbano, satisfacción percibida y evaluación observacional en movilidad. La sección 3 describe la estrategia empírica y las fuentes de información utilizadas. La sección 4 presenta los resultados principales y la sección 5 concluye con implicaciones para política pública y futuras líneas de investigación.

1.1 Motivación

La motivación principal de este estudio surge de la diferencia existente entre los resultados operativos tradicionalmente asociados a Transmilenio y la experiencia reportada por sus usuarios. Mientras diversos estudios han documentado reducciones en tiempos de viaje, mejoras en velocidad comercial y disminuciones en emisiones contaminantes, encuestas recientes muestran niveles persistentemente bajos de satisfacción con el sistema.

La literatura especializada ha señalado que factores como el sobrecupo, la percepción de inseguridad, la congestión en estaciones y las dificultades de integración modal afectan significativamente la percepción de calidad del servicio, incluso en contextos donde existen mejoras objetivas en eficiencia operativa (Hidalgo et al., 2013; Tyrinopoulos y Antoniou, 2008).

En este sentido, comprender cómo se relaciona el uso de Transmilenio con la satisfacción reportada respecto a la movilidad urbana resulta relevante para complementar las evaluaciones tradicionales centradas exclusivamente en indicadores operativos. Esto permite incorporar dimensiones subjetivas de experiencia de viaje que

pueden contribuir al diseño de políticas orientadas a mejorar condiciones de seguridad, confort y percepción de calidad del transporte público.

1.2 Aporte a la literatura

La literatura sobre Transmilenio se ha concentrado principalmente en evaluar resultados operativos y urbanos asociados al sistema, incluyendo reducción de tiempos de viaje, valorización inmobiliaria y disminución de emisiones contaminantes (Hidalgo et al., 2013; Perdomo y Moreno, 2010).

En particular, Perdomo et al. (2010), mediante técnicas de Propensity Score Matching (PSM), compararon usuarios de Transmilenio con usuarios observacionalmente similares del transporte público tradicional y encontraron reducciones significativas en tiempos de desplazamiento. Este resultado es especialmente relevante dado que la reducción de los tiempos de viaje constituía uno de los objetivos centrales asociados a la implementación del sistema de transporte masivo en Bogotá (Chaparro, 2002).

A pesar de estos hallazgos, son relativamente escasos los estudios que relacionan indicadores operativos del sistema con la percepción reportada de satisfacción por parte de los usuarios. En esta línea, Tyrinopoulos y Antoniou (2008), mediante aplicaciones de Teoría de Respuesta al Ítem, identifican que la sobreocupación y la disponibilidad de información en tiempo real constituyen factores relevantes en la satisfacción de los usuarios del transporte público.

De forma similar, Heredia (2015) utilizan modelos SEM-MIMIC, encuentran que variables como confort interior, seguridad y confiabilidad explican una proporción significativa de la satisfacción global reportada por los pasajeros.

En este contexto, el presente estudio contribuye a la literatura al analizar la relación entre el uso de Transmilenio como principal modo de transporte y la satisfacción reportada con la movilidad urbana, incorporando variables sociodemográficas, percepciones de seguridad y controles espaciales mediante una estrategia de comparabilidad observacional basada en Propensity Score Matching.

2. Marco Conceptual y revisión de literatura

2.1 Movilidad urbana y satisfacción en el uso de sistema de transporte público

La movilidad urbana no depende exclusivamente de indicadores operativos asociados al transporte, como tiempos de viaje o cobertura del servicio, sino también de la percepción que los usuarios construyen sobre sus experiencias de desplazamiento cotidiano. En este sentido, la satisfacción con la movilidad constituye una valoración subjetiva influenciada por factores como seguridad, confort, confiabilidad, accesibilidad e información disponible durante el viaje (Tyrinopoulos y Antoniou, 2008).

La literatura sobre percepción del transporte público ha mostrado que las condiciones de ocupación, la calidad del servicio y la sensación de seguridad influyen significativamente sobre la satisfacción reportada por los usuarios. Tyrinopoulos y Antoniou (2008), mediante aplicaciones de Teoría de Respuesta al Ítem, identifican que la sobreocupación y la falta de información en tiempo real constituyen algunos de los principales determinantes de insatisfacción en sistemas de transporte urbano. De forma similar, Heredia (2015) utiliza modelos SEM-MIMIC, encuentran que variables como confort interior, seguridad y confiabilidad explican una proporción significativa de la satisfacción global de los pasajeros.

No obstante, la satisfacción con la movilidad corresponde a una medida subjetiva y multidimensional, susceptible a percepciones individuales, experiencias previas y condiciones contextuales asociadas al uso cotidiano del sistema de transporte. Por esta razón, las diferencias observadas en satisfacción reportada entre usuarios de distintos modos de transporte deben interpretarse con cautela, especialmente en estudios observacionales donde la elección modal no ocurre de manera aleatoria.

2.2 Transmilenio y evidencia empírica sobre el sistema

Transmilenio fue inaugurado en diciembre de 2000 como parte de una estrategia orientada a reorganizar el transporte público de Bogotá frente a problemas persistentes de congestión vehicular, informalidad operacional y baja calidad del servicio (Chaparro, 2002). Inspirado en sistemas Bus Rapid Transit (BRT), el sistema buscaba

reducir tiempos de desplazamiento mediante corredores exclusivos, reorganización de rutas y ampliación de cobertura del transporte masivo (Hidalgo et al., 2013).

Desde su implementación, diversos estudios han evaluado los efectos operativos y urbanos asociados al sistema. Chaparro (2002) reportó reducciones significativas en tiempos de viaje y mejoras en eficiencia operacional durante los primeros años de funcionamiento. Posteriormente, Hidalgo et al. (2013) documentaron disminuciones en emisiones de material particulado (PM_{10}) y dióxido de carbono (CO_2) asociadas al uso de buses articulados y corredores exclusivos tipo BRT.

De manera complementaria, Perdomo y Moreno (2010), mediante modelos de precios hedónicos espaciales, identificó incrementos significativos en el valor del suelo en zonas cercanas a estaciones de Transmilenio, asociados a mejoras en accesibilidad urbana.

Sin embargo, distintos estudios han mostrado que las mejoras operativas del sistema no necesariamente se traducen en mayores niveles de satisfacción reportada por los usuarios. Hidalgo et al. (2013) encuentran que los altos niveles de ocupación en horas pico afectan negativamente la percepción de confort y seguridad dentro del sistema. En la misma línea, Chavarro (2024) señala que las dificultades de integración con otros componentes del transporte urbano y las deficiencias en infraestructura peatonal limitan la experiencia cotidiana de movilidad de los usuarios.

2.3 Estudios cuasiexperimentales y el uso de Propensity Score Matching en transporte

Diversos estudios sobre transporte urbano han utilizado metodologías observacionales para comparar resultados entre grupos de usuarios con características similares, particularmente en contextos donde el acceso o uso de la infraestructura de transporte no ocurre de manera aleatoria. Entre estas estrategias, el Propensity Score Matching (PSM) ha sido ampliamente empleado para reducir diferencias observables entre grupos comparados mediante técnicas de emparejamiento basadas en covariables (Rosenbaum y Rubin, 1983).

En el caso de Transmilenio, Perdomo et al. (2010) aplicaron PSM para comparar usuarios del sistema con usuarios del transporte público tradicional que presentaban características observables similares, encontrando reducciones significativas

Sara Rocío Rojas Gómez
María Paula Álvarez Herrera
Lina María Álvarez Ardila

en tiempos de desplazamiento. Este resultado es especialmente relevante dado que la disminución de los tiempos de viaje constituía uno de los principales objetivos asociados a la implementación del sistema de transporte masivo.

De manera complementaria, Fajardo (2024) analizó el desempeño energético del sistema y encontraron menores niveles de consumo energético por pasajero-kilómetro en comparación con el transporte convencional. Asimismo, Perdomo y Moreno (2010) combinaron técnicas de emparejamiento y modelos de precios hedónicos espaciales para analizar diferencias en el valor del suelo entre predios cercanos y alejados de estaciones de Transmilenio.

No obstante, aunque este tipo de metodologías permite mejorar la comparabilidad entre grupos observacionalmente similares, las estimaciones obtenidas continúan dependiendo del supuesto de selección en observables. En consecuencia, los resultados derivados de PSM deben interpretarse como diferencias promedio ajustadas condicionadas a covariables observables y no como efectos causales concluyentes.

3. Metodología

3.1 Fuentes de información y variables de estudio

La información utilizada en esta investigación proviene de la Encuesta de Percepción de la Movilidad y los Entornos Urbanos de Bogotá – 2024, realizada por la Cámara de Comercio de Bogotá. Esta encuesta recopila información relacionada con patrones de movilidad, percepción ciudadana y características sociodemográficas de personas mayores de 18 años residentes en Bogotá.

La encuesta cuenta con una muestra de 18.865 individuos y un diseño muestral probabilístico y estratificado, lo que permite obtener resultados representativos para la población urbana de la ciudad. A partir de esta fuente se construyen las variables utilizadas en el análisis, incluyendo modo principal de transporte, satisfacción reportada con la movilidad, percepción de seguridad y características espaciales asociadas a accesibilidad urbana.

La variable principal de exposición corresponde al uso de Transmilenio como principal modo de transporte. Para ello, se construye una variable dicotómica que toma el valor de 1 cuando el encuestado reporta a Transmilenio como su modo principal de desplazamiento y 0 cuando utiliza otros medios de transporte.

Por su parte, la variable de resultado corresponde al nivel de satisfacción reportada con la movilidad urbana, medido mediante una escala ordinal tipo Likert incluida en la encuesta, donde valores más altos representan mayores niveles de satisfacción percibida. Dado el carácter subjetivo y multidimensional de esta medida, los resultados deben interpretarse como diferencias en niveles reportados de satisfacción y no como una medida directa de bienestar individual, calidad objetiva del servicio o eficiencia del sistema de transporte.

Adicionalmente, se incorporan variables de control relacionadas con características sociodemográficas, incluyendo sexo, edad, nivel educativo, ocupación y condiciones del hogar, así como variables asociadas a percepción de seguridad y factores espaciales. Entre estos últimos se consideran la distancia a la troncal de Transmilenio más cercana y medidas de vecindad espacial tipo KNN (K-Nearest Neighbors), con el propósito de incorporar diferencias territoriales asociadas a accesibilidad y entorno urbano.

Un elemento adicional del análisis corresponde al uso del código de sector (COD_SECT) contenido en la encuesta, el cual fue vinculado con la codificación oficial DIVIPOLA y con información geográfica proveniente del Geoportal del DANE. Esto permite georreferenciar a los encuestados y construir medidas espaciales relacionadas con la proximidad a estaciones y troncales de Transmilenio.

A partir de esta información se construyeron matrices de pesos espaciales mediante dos criterios: vecinos más cercanos utilizando una matriz KNN con cinco vecinos y distancia geográfica con un radio de 500 metros. Asimismo, se evaluó la presencia de autocorrelación espacial en la variable de satisfacción reportada mediante el estadístico de Moran y se construyó una medida asociada a la proporción de vecinos cercanos que utilizan Transmilenio como modo principal de transporte.

Sara Rocío Rojas Gómez
 María Paula Álvarez Herrera
 Lina María Álvarez Ardila

3.2 Aplicación de la metodología en el estudio

Con el propósito de mejorar la comparabilidad entre usuarios de Transmilenio y usuarios de otros modos de transporte, se empleó una estrategia observacional basada en Propensity Score Matching (PSM). Este método permite emparejar individuos con características observables similares a partir de la estimación de la probabilidad de pertenecer al grupo de usuarios de Transmilenio, condicionada a un conjunto de covariables observables (Rosenbaum y Rubin, 1983).

En este estudio, el puntaje de propensión fue estimado mediante un modelo Logit en el que la variable dependiente corresponde al uso de Transmilenio como principal modo de transporte. Las covariables incluidas en la estimación comprenden variables socio-demográficas, percepciones de seguridad y factores espaciales asociados a accesibilidad urbana. En particular, se incorporan edad, género, nivel educativo, ocupación, condiciones del hogar, distancia a la troncal más cercana y una medida de vecindad espacial construida a partir de matrices KNN (K-Nearest Neighbors), la cual captura la proporción de vecinos cercanos que utilizan Transmilenio como modo principal de transporte.

La incorporación espacial se hizo mediante una matriz de pesos por distancia y por vecinos cercanos (KNN), y finalmente se realizó una estimación de la significancia e intervalo de confianza con el método de Bootstrapping. Teniendo en cuenta lo anterior, la especificación general del modelo Logit para la estimación del puntaje de propensión se expresa de la siguiente manera:

$$\Pr(D_i = 1 | X_i, S_i, W_i) = \text{Logit}(-1) (\alpha_0 + \alpha_1 X_i + \alpha_2 S_i + \alpha_3 W_i)$$

Donde:

$D_i = \text{Dummy}(1, \text{usar Transmilenio}; 0, \text{otro medio})$

$X_i = \text{Controles sociodemográficos (Edad, género, nivel educativo, ocupación)}$

$S_i =$

Controles de percepción de la seguridad según el medio de transporte usando controles espaciales y de accesibilidad urbana

Posteriormente, se implementó un emparejamiento Kernel bajo soporte común. Este procedimiento compara usuarios de Transmilenio con individuos observacionalmente similares pertenecientes al grupo de control, asignando ponderaciones mayores a observaciones con puntajes de propensión más cercanos. El uso del soporte común restringe la comparación al rango de valores en el cual existen observaciones comparables entre ambos grupos, evitando extrapolaciones fuera de la región de superposición de covariables (Rosenbaum y Rubin, 1983).

A diferencia de métodos de emparejamiento exacto, el Kernel Matching permite utilizar un mayor número de observaciones del grupo de control durante el proceso de comparación, reduciendo pérdidas de información derivadas de restricciones estrictas de emparejamiento. No obstante, este procedimiento no elimina posibles problemas de endogeneidad asociados a variables no observadas, sino que modifica la forma en que las observaciones son ponderadas durante el emparejamiento.

En consecuencia, las estimaciones obtenidas no deben interpretarse como efectos causales concluyentes, sino como diferencias promedio ajustadas en satisfacción reportada entre usuarios de Transmilenio y usuarios comparables de otros modos de transporte, condicionadas a características observables.

La diferencia promedio ajustada entre grupos comparados puede expresarse como:

$$ATT = E[Y_i(1) - Y_i(0) | D_i = 1]$$

Donde:

$Y_i(1)$ = nivel de satisfacción reportada para usuarios de Transmilenio
 $Y_i(0)$ = nivel de satisfacción reportada para usuarios de otros modos de transporte
 D_i = individuos que reportan Transmilenio como modo principal de transporte

Asimismo, se evaluó el balance de covariables después del emparejamiento con el fin de verificar la reducción de diferencias observables entre los grupos comparados. Finalmente, la precisión estadística de las estimaciones fue evaluada mediante procedimientos de Bootstrapping para el cálculo de errores estándar e intervalos de confianza.

El análisis se desarrolla bajo el supuesto de selección en observables, según el

Sara Rocío Rojas Gómez
 María Paula Álvarez Herrera
 Lina María Álvarez Ardila

cual, una vez condicionadas las covariables incluidas en el modelo, las diferencias observadas entre grupos pueden interpretarse como comparaciones entre individuos observacionalmente similares. Sin embargo, debido a la naturaleza observacional de los datos, no es posible descartar completamente la existencia de factores no observados asociados simultáneamente con la elección modal y la satisfacción reportada con la movilidad.

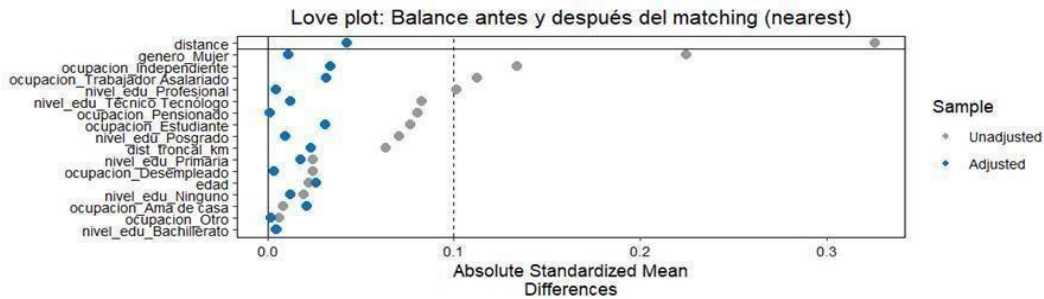
4. Resultados

Se encuentra que el soporte común es plausible debido a la presencia de solapamiento entre la distribución de probabilidad de las personas que utilizan Transmilenio como medio principal de transporte y los que no, tal como se aprecia de manera empírica en la Figura 1, y se entiende como una muestra restringida suficientemente grande para poder realizar la regresión.

Figura 1. Demostración empírica del supuesto de soporte común en la muestra.



Se pone en relieve que el balance de las covariables también resultó como se esperaba teniendo en cuenta que el método de matching aplicado logró eliminar casi por completo las diferencias iniciales en las covariables entre los grupos tratado y de control, tal como se aprecia en la Gráfica 2. Esto significa que, después del matching, ambos grupos son más comparables en términos de características observadas, reduciendo diferencias iniciales en las covariables incluidas en el modelo. En consecuencia, las diferencias observadas en satisfacción reportada pueden interpretarse como comparaciones ajustadas entre individuos observacionalmente similares.

Figura 2. Balance de covariables antes y después de la aplicación del método.

Dado que se identificó evidencia de autocorrelación espacial en la variable de resultado ($y_i = \text{satisfacción de movilidad con el modo de transporte principal}$), se calcularon dos estadísticas de Moran I utilizando diferentes matrices de pesos espaciales: una de vecinos más cercanos (KNN, $k=5$) y otra basada en distancia geográfica (500 metros). Los resultados, altamente significativos, evidencian que la percepción de movilidad presenta dependencia espacial, lo que sugiere la presencia de dependencia espacial en la percepción reportada de movilidad. Con base en esto, se introdujo una variable espacial de control: la proporción de vecinos tratados (neighbors_treated_knn). Esta variable resume la intensidad del tratamiento en el entorno inmediato, y permite capturar parte de la heterogeneidad no observable ligada a la localización geográfica.

Tabla 1. Comparación del Test de Moran para la variable satisfacción de movilidad con el modo de transporte principal usando dos matrices espaciales.

Método	Moran_I	Esperanza	Varianza	Z	p_valor
KNN (k=5)	0.0451	-5.443362e-05	1.212545e-05	12.9784	8.114573e-39
Distancia (500m)	0.0351	-5.449294e-05	1.852537e-06	25.7975	4.732912e-147

A continuación, se muestra la tabla con los coeficientes estimados de la primera etapa estimando el modelo logit:

Sara Rocío Rojas Gómez
 María Paula Álvarez Herrera
 Lina María Álvarez Ardila

Tabla 2. Modelo Logit para el Propensity Score Matching.

	treatment
edad	0.008***
generoMujer	-0.083
nivel_eduNinguno	0.619*
nivel_eduPosgrado	0.603
nivel_eduPrimaria	0.105
nivel_eduProfesional	0.541***
nivel_eduTécnico Tecnólogo	0.471***
ocupacionDesempleado	-0.510***
ocupacionEstudiante	-0.238
ocupacionIndependiente	0.193*
ocupacionOtro	-0.500
ocupacionPensionado	-0.438**
ocupacionTrabajador Asalariado	0.345***
dist_troncal_km	0.222***
neighbors_treated_km	0.842***
Constant	-21.806
Observaciones	18,372
Log Likelihood	-3,601.549
Akaike Inf. Crit.	7,247.097
Nota:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Como prueba de sensibilidad frente a la especificación del modelo binario utilizado para estimar el puntaje de propensión, se comparó el modelo logit con una especificación probit. Los resultados muestran que el modelo logit presenta un AIC ligeramente menor que el modelo probit (7247,10 frente a 7248,53), mientras que los puntajes de propensión estimados por ambas especificaciones son prácticamente equivalentes, con una correlación cercana a uno y una diferencia media absoluta de 0,0008. Por esta razón, se conserva el modelo logit como especificación principal para la estimación del puntaje de propensión.

Este modelo muestra que factores como la edad, el nivel educativo (especialmente contar con educación profesional o técnica), y estar empleado como trabajador asalariado se asocian positivamente con la probabilidad de usar Transmilenio. El comportamiento de la variable de la distancia a la troncal en kilómetros, tal como se muestra en el Anexo 1 aunque más personas viven cerca de la troncal y usan otros medios, el modelo Logit muestra que, controlando por características individuales, quienes viven más lejos tienen mayor probabilidad de usar Transmilenio, posiblemente

por depender más del sistema troncal para viajes largos. Esto es coherente con el diseño del sistema y la existencia de rutas alimentadoras. Llama la atención el coeficiente significativo de la variable *neighbors_treated_knn*, que indica que las personas rodeadas de más usuarios de Transmilenio tienen mayor probabilidad de usarlo, lo que es consistente con la existencia de patrones espaciales asociados a la elección modal.

Luego de estimar el Propensity Score, se aplicó una restricción al soporte común, es decir, se excluyeron aquellas observaciones cuyo puntaje de propensión no tenía contrapartida válida en el grupo de comparación. Esta restricción es esencial para garantizar comparabilidad entre tratados y controles, evitando extrapolaciones fuera del rango común de covariables. Como resultado, la muestra final utilizada en el análisis fue de 9008 individuos, lo cual representa un alto porcentaje de la muestra original y demuestra que hay un buen traslapo en las características de los grupos.

Posteriormente, se implementó un emparejamiento tipo Kernel Matching, que utiliza todos los individuos del grupo de control, ponderados según la proximidad de sus Propensity Scores al de los tratados. Este procedimiento permite utilizar un mayor número de observaciones del grupo de control, ponderadas según la cercanía de sus puntajes de propensión respecto a los individuos tratados, reduciendo pérdidas de información derivadas de restricciones estrictas de emparejamiento, a diferencia de métodos como Nearest Neighbor.

Tabla 3. ATT estimado con Matching Kernel y Bootstrapping

	ATT	Error Estándar	IC 95 %
Estimación puntual	0.235	0.016	[0.109, 0.276]

El resultado fue una diferencia promedio ajustada (ATT) de 0.235, con un error estándar de 0.016. El estadístico t asociado es superior a 14 y el p-valor es menor a 0.001, lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados. En promedio, los usuarios de Transmilenio reportan niveles de satisfacción con

Sara Rocío Rojas Gómez
 María Paula Álvarez Herrera
 Lina María Álvarez Ardila

la movilidad aproximadamente 0.24 puntos superiores (en una escala de 1 a 5) frente a individuos observacionalmente similares que utilizan otros modos de transporte.

Estos resultados deben interpretarse como diferencias promedio ajustadas condicionadas a las covariables incluidas en el modelo y no como evidencia concluyente de un efecto causal, dado que el diseño se basa en datos observacionales y no permite descartar completamente la existencia de factores no observados asociados simultáneamente con la elección modal y la satisfacción reportada. Además, se evaluó el balance de covariables antes y después del emparejamiento, encontrando mejoras sustanciales en la mayoría de las variables.

Por ejemplo, la diferencia estandarizada de medias para la variable edad se redujo de 5.56 a -1.30, y para Ocupación (Desempleado) pasó de -18.14 a -2.61. Las razones de varianzas se aproximaron a 1 tras el emparejamiento y los p-valores de las pruebas t aumentaron significativamente, indicando que las diferencias entre grupos tratados y de control se atenuaron. Esto respalda que el emparejamiento logró un equilibrio adecuado entre grupos y que el ATT estimado no se ve distorsionado por diferencias sistemáticas. Esto respalda que el emparejamiento redujo diferencias observables entre los grupos comparados y mejora la comparabilidad de las estimaciones obtenidas.

Tabla 4. Balance de covariables antes y después del emparejamiento.

Variable	Diff. Std. Antes	Diff. Std. Después	Var Ratio Después
Edad	5.56	-1.30	0.97
Género (Mujer)	-3.18	-1.10	1.00
Nivel educativo (Ninguno)	3.91	0.37	1.04
Nivel educativo (Profesional)	10.77	-2.99	0.93
Ocupación (Desempleado)	-18.15	-2.61	0.90
Ocupación (Estudiante)	-13.89	2.06	1.10
Ocupación (Trabajador asalariado)	12.39	-1.42	1.00
Distancia a la troncal	14.99	6.70	1.10
Vecinos tratados (KNN)	21.60	-6.89	0.83

4.1 Pruebas de Robustez

El modelo también fue sometido a una validación de robustez mediante bootstrapping con 500 repeticiones. Lo utilizamos porque el estimador obtenido mediante PSM no

depende únicamente de una regresión paramétrica, sino de un proceso en dos etapas: primero, la estimación del puntaje de propensión y, posteriormente, el emparejamiento y cálculo del ATT. Por esta razón, el bootstrapping incorpora la variabilidad asociada tanto a la estimación de la probabilidad de usar Transmilenio como modo principal de transporte como al proceso de emparejamiento entre usuarios de Transmilenio y usuarios comparables de otros modos. En cada repetición se remuestran observaciones de la base, se reestima el modelo Logit del propensity score y se calcula nuevamente el ATT sobre la satisfacción reportada. El intervalo de confianza obtenido $[0,109 - 0,276]$ es estrecho y es consistente con la estimación puntual, lo que aporta evidencia adicional sobre la precisión y estabilidad del efecto estimado.

4.2 Limitaciones y mejoras metodológicas

A pesar de estos resultados positivos, algunas variables, como el de alcanzar un nivel educativo referente a posgrado, ser pensionados o las personas cercanas a usuarios de Transmilenio por el emparejamiento de Kernel, mantienen diferencias residuales después del Matching. Esto podría reflejar limitaciones del modelo Logit para capturar relaciones no lineales complejas, o la presencia de heterogeneidad estructural difícil de balancear.

Como mejora metodológica, se podría explorar el uso de la variable distancia a la troncal como variable instrumental para abordar posibles problemas de endogeneidad asociados a la elección del uso recurrente o no uso de cierto modo de transporte y la satisfacción. Así mismo, el uso de Propensity Score estimado con modelos no paramétricos, como *Random Forests* o emparejamiento con mayor flexibilidad (ejemplo de ello podría ser: *Matching con restricciones geográficas más estrictas*) y sería pertinente complementar con estimaciones de sensibilidad al sesgo por variables no observadas, como el método de Rosenbaum.

Adicionalmente, se sugiere para próximas investigaciones incluir la variable ingreso al estudio, ya que se considera relevante en la interpretación de los datos y su correlación con el motivo de uso de los distintos modos de transporte.

5. Conclusiones

Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en la percepción reportada de movilidad entre usuarios de Transmilenio y usuarios comparables de otros modos de transporte. En promedio, los usuarios de Transmilenio reportan mayores niveles de satisfacción con la movilidad urbana frente a individuos observacionalmente similares pertenecientes al grupo de comparación. Estos resultados se obtienen a partir de una estrategia observacional basada en modelos Logit, controles espaciales y emparejamiento con ponderaciones Kernel, orientada a mejorar la comparabilidad entre grupos a partir de covariables observables.

Desde un punto de vista metodológico, este estudio evidencia la relevancia de incorporar variables espaciales tanto en la estimación del Propensity Score como en la evaluación del balance de covariables, debido a la existencia de heterogeneidades territoriales y patrones espaciales asociados a la movilidad urbana. Asimismo, la validación mediante procedimientos de Bootstrapping aporta evidencia sobre la estabilidad estadística de las diferencias promedio ajustadas estimadas.

Desde la perspectiva de política pública, los hallazgos sugieren que los sistemas de transporte masivo pueden estar asociados no solo con mejoras operativas relacionadas con tiempos de desplazamiento, sino también con diferencias favorables en la percepción reportada de movilidad por parte de los usuarios. Esto resulta relevante en un contexto donde la satisfacción con el transporte público constituye un componente importante de la experiencia urbana y del acceso cotidiano a oportunidades dentro de la ciudad (Guirao et al., 2016).

Estos resultados adquieren especial importancia en escenarios donde la percepción negativa del transporte público ha sido identificada como una limitación para la accesibilidad y la equidad urbana (Bocarejo y Oviedo, 2012). En este sentido, mayores niveles de satisfacción reportada podrían asociarse con un uso más sostenido del sistema y con una mejor valoración ciudadana de las inversiones en infraestructura de transporte. No obstante, debido al carácter observacional de los datos utilizados, estas relaciones deben interpretarse con cautela y condicionadas a las covariables incluidas en el análisis.

A partir de lo anterior, se sugiere orientar futuras estrategias de política pública bajo enfoques territoriales y diferenciales. Por ejemplo, podrían priorizarse intervenciones en corredores o zonas donde las diferencias observadas en percepción de movilidad entre usuarios de Transmilenio y otros modos resulten más pronunciadas, con el fin de mejorar la experiencia de viaje y las condiciones de accesibilidad urbana. Asimismo, la evidencia de diferencias en el perfil sociodemográfico de los usuarios sugiere la pertinencia de explorar mejoras específicas en calidad del servicio y accesibilidad para determinados grupos poblacionales.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones profundicen en la relación entre movilidad urbana, percepción ciudadana y calidad de vida, incorporando nuevas variables socioeconómicas y diseños metodológicos que permitan abordar de manera más robusta posibles problemas asociados a factores no observados y dinámicas espaciales complejas.

6. Referencias

1. Alcaldía Mayor de Bogotá. (s.f.). Trazadores troncales de Transmilenio. Datos Abiertos Bogotá. <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/corredores-troncales-de-transmilenio>.
2. Bocarejo, J. P., y Oviedo, D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: A tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, 24, 142–154. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004>
3. Chaparro, I. (2002). *Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá: el caso del sistema de transporte masivo Transmilenio* (Serie Recursos Naturales e Infraestructura). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://hdl.handle.net/11362/6408>
4. Chavarro, N. (2024). *Transmilenio y ciudadanos sostenibles: tejiendo un futuro de movilidad consciente y comprometida con el corazón de la ciudad* [Tesis de Especialización, Universidad EAN]. <http://hdl.handle.net/10882/13710>

Sara Rocío Rojas Gómez
 María Paula Álvarez Herrera
 Lina María Álvarez Ardila

5. Fajardo Vergel, J. S. (2024). *Implementación de indicadores energéticos al sistema de transporte público masivo de Bogotá – TransMilenio* [Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/42217>
6. Guirao, B., García-Pastor, A., & López-Lambas, M. E. (2016). The importance of service quality attributes in public transportation: Narrowing the gap between scientific research and practitioners' needs. *Transport Policy*, 49, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.04.003>
7. Heredia, J. (2015). *Modelo de satisfacción de los usuarios de transporte público tipo bus integrando variables latentes* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://www.researchgate.net/publication/368273593_Modelo_de_satisfaccion_de_los_usuarios_de_transporte_publico_tipo_bus_integrando_variables_latentes
8. Hidalgo, D., Pereira, L., Estupiñán, N., y Jiménez, P. L. (2013). TransMilenio BRT system in Bogota, high performance and positive impact – Main results of an ex-post evaluation. *Research in Transportation Economics*, 39(1), 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.005>
9. Perdomo, J., Castañeda, H., Mendieta, J. y Hueth, D. (2010). *Evaluación de impacto de las fases I y II del sistema de transporte masivo TransMilenio sobre el tiempo total de desplazamiento de los usuarios del transporte público tradicional en Bogotá*. (Documento CEDE). Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE. <https://hdl.handle.net/1992/8157>
10. Perdomo, J. y Moreno, R. (2010). *Una propuesta metodológica para estimar los cambios sobre el valor de la propiedad: estudio de caso para Bogotá aplicando propensity score matching y precios hedónicos espaciales*. (Documento CEDE). Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE. <https://hdl.handle.net/1992/8189>
11. Rosenbaum, P. R., y Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41–55. <https://www.jstor.org/stable/2335942>
12. Riaño, J. (2025, 14 de marzo). *TransMilenio tendrá botón de pánico para denunciar acoso: conozca dónde se encuentra*. Tropicana Colombia. <https://www.tropicanafm.com>

com/2025/transmilenio-tendra-boton-de-panico-para-denunciar-4coso-conozca-donde-se-encuentra-430890.html

13. Tafur, D. (2020). *Influencia de la implementación de un sistema BRT en la calidad del aire: caso de estudio Bogotá*. Universidad de los Andes. <https://hdl.handle.net/1992/51414>
14. Tyrinopoulos, Y., & Antoniou, C. (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications. *Transport Policy*, 15(4), 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2008.06.002>

Anexos

Anexo 1. Estadísticas descriptivas para el grupo total

Tabla A1. Elaboración propia. Datos tomados de la Encuesta de Percepción de la Movilidad y Entornos Urbanos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2024), junto a bases de datos que georreferencian las troncales de Transmilenio (Alcaldía Mayor de Bogotá., s.f.).

Edad Promedio	Edad DS	Edad Mediana	Dist. Promedio (Km)	Dist. DS	Dist. Mediana	y. Promedio	y. DS	y. Mediana	Género	Nivel Educativo	Ocupación
44.79	16.82	43	0.96	0.90	0.65	3.16	1.02	3	Hombre (49.28%) Mujer (50.72%)	Bachillerato (47.07%) Ninguno (1.33%) Posgrado (1.36%) Primaria (14.97%) Profesional (18.55%) Técnico Tecnólogo (21.82%)	Amo de casa (10.77%) Desempleado (4.04%) Estudiante (3.33%) Independiente (37.64%) Otro (0.58%) Pensionado (4.29%) Trabajador Asalariado (29.33%)

Figura A1. Elaboración propia. Estadística descriptiva del grupo total después de discriminación por tipo de medio de transporte.



