

Análisis exploratorio de la heterogeneidad del desempleo en el Departamento de Antioquia, Colombia

Exploratory Analysis of Unemployment Heterogeneity in the Department of Antioquia, Colombia

William Álvarez-Valle¹

Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia

✉ albeiro.alvarez@udea.edu.co

ID <https://orcid.org/0000-0001-9618-3902>

John Edwar Torres-Gorrón²

Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

✉ edwar.torres@udea.edu.co

ID <https://orcid.org/0000-0003-0709-6394>

Cristian Sánchez-Salazar³

Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia; Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia

✉ cristian.sanchez@udea.edu.co

ID <https://orcid.org/0000-0002-8408-164X>

Luisa Fernanda Quintero-Gómez⁴

Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Colombia

✉ luisa.quintero4@udea.edu.co

ID <https://orcid.org/0009-0006-2019-4764>

Recibido: 15-06-2023

Aceptado: 09-05-2024

Publicado: 12-12-2024

1 PhD en Ingeniería.

2 Magíster en Economía.

3 Magíster en Economía.

4 Profesional en Desarrollo Territorial.

Resumen

Introducción

El mercado laboral de Antioquia muestra disparidades significativas entre sus municipios, relacionadas con ingresos, educación, infraestructura y desempleo. Este estudio analiza estas desigualdades desde una perspectiva centro-periferia, destacando al Área Metropolitana del Valle de Aburrá como el centro privilegiado frente a otras subregiones.

Objetivo

Explorar la heterogeneidad del desempleo en Antioquia y entender las disparidades del mercado laboral utilizando técnicas estadísticas avanzadas.

Metodología

Se emplearon análisis factorial múltiple (AFM) y análisis de clúster. El AFM sintetizó datos de 2019 relacionados con demografía, educación, salarios y mercado laboral de los 125 municipios del departamento, mientras que el análisis de clúster agrupó los municipios según características similares.

Resultados

El análisis factorial reveló cuatro dimensiones principales:

- Capital humano (47,73% de la varianza), dominada por variables relacionadas con educación, acceso a internet y salarios, destacando municipios como Medellín y Envigado por sus altos índices educativos y económicos.
- Configuración demográfica (11,41%), vinculada a factores como la distribución poblacional y la proporción de población afrodescendiente, donde se presentan altas tasas de desempleo.
- Migración intradepartamental y vulnerabilidad social, que explican conjuntamente un 11,63% adicional, reflejando migraciones hacia centros económicos y desafíos laborales en regiones periféricas.

Conclusiones

El estudio refleja un modelo de desarrollo concentrado en el centro del departamento, perpetuando desigualdades en las periferias. Factores como la oferta y demanda laboral desajustada y la falta de acceso a servicios esenciales, requieren estrategias inclusivas, priorizando la infraestructura, educación y empleo en las regiones más vulnerables.

Palabras clave: mercado de trabajo; desempleo; análisis factorial múltiple; desarrollo territorial; desigualdad económica; capital humano; vulnerabilidad social; desigualdad regional; migración interna.

Clasificación JEL: C31; C82; J21; J64.

Abstract

Introduction

The labor market in Antioquia exhibits significant disparities among its municipalities, linked to income, education, infrastructure, and unemployment. This study analyzes these inequalities from a center-periphery perspective, highlighting the Área Metropolitana del Valle de Aburrá as the privileged center in contrast to other subregions.

Objective

To explore the heterogeneity of unemployment in Antioquia and understand labor market disparities using advanced statistical techniques.

Methodology

Multiple Factor Analysis (MFA) and cluster analysis were employed. The MFA synthesized 2019 data related to demographics, education, wages, and labor market indicators from the department's 125 municipalities, while cluster analysis grouped the municipalities based on similar characteristics.

Results

The factorial analysis revealed three main dimensions:

- Human capital (47.73% of the variance), dominated by variables related to education, internet access, and wages, with municipalities such as Medellín and Envigado standing out for their high educational and economic indicators.
- Demographic configuration (11.41%), linked to factors such as population distribution and the proportion of Afro-descendant population, where high unemployment rates are observed.
- Intra-departmental migration and social vulnerability, which jointly explain an additional 11.63%, reflecting migration toward economic centers and labor challenges in peripheral regions.

The cluster analysis identified four groups of municipalities with marked regional inequalities.

Conclusions

The study reflects a development model concentrated in the center of the department, perpetuating disparities in the peripheries. Factors such as mismatches between labor supply and demand, and lack of access to essential services, call for inclusive strategies that prioritize infrastructure, education, and employment in the most vulnerable regions.

Keywords: labor market; unemployment; multiple factor analysis; territorial development; economic inequality; human capital; social vulnerability; regional inequality; internal migration.

JEL Classification: C31; C82; J21; J64.

1. Introducción

El departamento de Antioquia es una región con altas heterogeneidades económicas entre sus municipios. Los indicadores sobre ingresos, acceso y calidad en educación y salud, infraestructura, diversificación productiva, innovación, servicios públicos, condiciones de vida y, en particular, sobre el mercado de trabajo, muestran una brecha con sesgo al centro, configurado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y el resto de las demás subregiones del departamento. Esto es un modelo centro-periferia.

En el mercado de trabajo, el desempleo es un factor que varía según la localización, por lo que no solo es importante las diferencias de niveles de tasas entre una nación y otra, sino también de los procesos existentes al interior de ellas. Es decir, la magnitud de las disparidades de desempleo entre regiones dentro de los países es casi tan grande como la magnitud de las disparidades de desempleo entre los propios países (Elhorst, 2003). El desempleo es multicausal y su relación con sus determinantes es no lineal, haciendo complejo el análisis que sobre esta variable se pretenda realizar. No obstante, su entendimiento contribuye a explicar las diferencias de niveles de bienestar socioeconómico que se dan dentro de las regiones, haciendo que buscar aproximaciones a la explicación de su comportamiento sea un objetivo de gran valor desde un punto de vista económico y de formulación de políticas.

La información sobre el mercado laboral a nivel municipal es una herramienta clave para que los agentes económicos tomen decisiones. Con la globalización, su importancia para la eficiencia de los mercados de productos e insumos ha crecido. Los mercados trascienden fronteras y operan continuamente, haciendo crucial tener una visión global de su dinámica. Esto mejora la oferta y demanda de trabajo a corto y largo plazo, asegurando que las personas desarrollen y actualicen las habilidades necesarias en un mercado dinámico (Woods y Leary, 2006).

En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) recolecta

información sobre el mercado laboral en departamentos y ciudades capitales. Además, instrumentos como la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), el censo poblacional y la Encuesta de Calidad de Vida de Antioquia también recogen datos relevantes. Sin embargo, no hay análisis detallados para cada departamento, región o subregión, y menos para municipios no capitales. Aunque existe una considerable cantidad de información cuantitativa y literatura regional, es escasa a nivel intrarregional en Antioquia.

Este trabajo, particularmente, pretende explorar la heterogeneidad del desempleo en Antioquia a través del análisis factorial tipo MFACT y Clúster, que se basa en el Análisis de Componentes Principales (ACP), con información de variables recolectadas por diferentes fuentes a nivel nacional y departamental. El cual intenta explicar las altas disparidades en el mercado de trabajo de los municipios del departamento de Antioquia.

2. Revisión de literatura

Desde el BID y CEPAL se han desarrollado diferentes estudios que dan cuenta de la heterogeneidad estructural en América Latina. En especial, la teoría estructuralista ha explicado la divergencia en la productividad, los ingresos o el crecimiento a través de las brechas de la estructura productiva del centro y la periferia (Cimoli, 2005). En otras palabras, el cambio tecnológico, el progreso técnico y el cambio institucional afecta de manera diferenciada las diferentes regiones. El impacto inmediato de esta brecha se refleja en las asimetrías productivas de los centros –más diversificados y homogéneos– y la periferia –más especializada y heterogénea– (Cimoli y Porcile, 2013).

Cimoli (2005) analiza los cambios en la estructura del empleo y descubre que las brechas y heterogeneidades regionales tienden a agravarse y “derivan de la debilidad del peso de los sectores tecnológicamente más dinámicos en la estructura productiva y en el vector exportador” (p. 6). Así mismo, Cimoli y Porcile (2013) y Robinson (2016) abordan el concepto de

centro-periferia. Robinson (2016) afirma que las brechas y heterogeneidades territoriales se deben a la naturaleza extractiva de las instituciones políticas y económicas. En particular, muestra que la baja calidad de la democracia y la dualidad del estado colombiano afecta de manera diferente al centro, la periferia y la periferia de la periferia, con instituciones más inclusivas en el centro y más excluyentes o extractivas en la periferia (Robinson, 2016).

Las brechas regionales no solo se evidencian entre países, sino también al interior de ellos (Cimoli y Porcile, 2013). La persistencia institucional colonial sugiere que se han mantenido estructuras sociales y económicas que han socavado el potencial de desarrollo dentro de los países, lo que ha llevado a que los municipios dentro de un mismo departamento tengan características tan disímiles. Esta persistencia institucional se refleja en las disparidades económicas en términos de desarrollo socioeconómico (Sánchez, 2019).

Por otra parte, la tasa de desempleo en Antioquia es la variable de interés central en el análisis, mostrando gran variabilidad entre municipios: en algunos ronda el 20%, mientras que en otros apenas llega al 1%. Este comportamiento es común en Colombia, pero en Antioquia las tasas más bajas no siempre corresponden a los centros productivos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá y su zona de influencia). Además, la heterogeneidad en los indicadores laborales del departamento no ha sido ampliamente estudiada ni se han formulado conclusiones robustas al respecto. Perazzi y Merli (2017), basados en el análisis de correspondencias múltiples aplicado a datos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares en 2007 y 2014, estudiaron la segmentación por género del mercado laboral colombiano, encontrando un mercado laboral segmentado con claras diferencias tanto en salarios como en sectores y condiciones de empleo, y con un cierto rezago en la evolución del mercado laboral de las mujeres.

En Antioquia, se han estudiado diversos aspectos de la oferta laboral. El PNUD (2013a) diagnosticó las diferencias laborales entre

hombres y mujeres en Medellín y en cinco municipios del Urabá Antioqueño. Mesa Callejas *et al.* (2009) analizaron el mercado laboral del municipio de Rionegro. El PNUD (2013b) también estudió el mercado laboral en nueve municipios del altiplano del Valle de San Nicolás, subregión del Oriente Antioqueño. Rincón-Zapata *et al.* (2019) examinaron la oferta laboral en seis municipios del Valle de San Nicolás y, en 2020, evaluaron la oferta laboral en el oriente antioqueño durante la pandemia, presentando indicadores de empleo y desempleo y los cambios en la dinámica laboral (Rincón-Zapata *et al.*, 2020).

En consecuencia, en Antioquia podríamos prever que las heterogeneidades territoriales son consecuencia de las asimetrías del mercado de trabajo entre el centro y la periferia en términos de los factores que influyen en la productividad. Estos factores incluyen el capital humano, la adopción tecnológica, la estructura productiva, los ingresos, la composición demográfica, factores institucionales y la presencia del Estado a través de mecanismos que garanticen los derechos de propiedad, la seguridad jurídica y física, justicia y otros.

2.1 Factores asociados al desempleo

Siguiendo el trabajo desarrollado por Cárdenas Hurtado *et al.* (2015) para el análisis de la heterogeneidad en el mercado de trabajo en Colombia, se realiza una selección de variables explicativas que influyen en la dinámica de las tasas de desempleo, para realizar el ejercicio exploratorio enfocado al departamento de Antioquia.

En este orden de ideas, las variables explicativas de los diferenciales de desempleo regional se pueden encuadrar, según Elhorst (2003), en una serie de variables de carácter endógeno y exógeno. Las primeras se refieren a la estructura poblacional de las localidades y su dinámica en relación con los mercados de trabajo regionales, y las segundas aluden a factores que no están directamente relacionados con la fuerza de trabajo ni con los mecanismos que permiten alcanzar el equilibrio del mercado

laboral, pero que sí tienen incidencia en él indirectamente. En general, se puede decir que tanto factores endógenos como exógenos son convergentes a la hora de explicar los fenómenos que se dan dentro del mercado laboral, y las diferenciaciones que se presentan entre una región y otra. Así, Elhorst (2003) reconoce las siguientes variables como determinantes de las condiciones del mercado laboral:

Estructura demográfica: esta agrupación incluye variables como la tasa de natalidad, la estructura de edad y otros indicadores demográficos relacionados como determinantes del tamaño de la oferta de trabajo a largo plazo (Biffi, 1998; Chawla *et al.*, 2007; Lerman y Schmidt, 1999). El desempleo puede ser más persistente en aquellas regiones donde la tasa de crecimiento poblacional supera la del empleo, común en regiones con bajos índices de desarrollo y altas tasas de natalidad (Elhorst, 2003). Esto ocurre cuando la creación de empleo no sigue el ritmo del crecimiento laboral. Además, si la población se compone mayoritariamente de jóvenes y adultos mayores, la región es más propensa a tener altas tasas de desempleo (Lottmann, 2012).

Biffi (1998) señala que la tasa de dependencia demográfica no necesariamente representa la proporción de las personas económicamente inactivas respecto al capital humano activo y que, por ende, factores como la composición por sexo y edad, y las políticas focalizadas, pueden afectar la participación femenina y de personas mayores en el mercado laboral. Lerman y Schmidt (1999) destacan la tendencia global del incremento de la participación de la población de entre 55 y 70 años, aunque estos cambios al alza parecen poco probables, incluso un crecimiento moderado de los trabajadores de más edad aumentaría significativamente el crecimiento de la población activa en general y afectaría la dinámica de los mercados laborales en varias regiones. En los trabajos referenciados, se aclara que la tasa de dependencia demográfica no necesariamente representa la proporción de las personas económicamente inactivas respecto al capital humano activo. En este sentido, se deben considerar elementos como la composición por sexo y edad, dado

que, según el contexto cultural y las políticas focalizadas, pueden inducir variabilidad en la dinámica del mercado de trabajo al influenciar en alguna medida la participación femenina y de los jóvenes.

Participación laboral: al considerar la relación de variables de participación en la explicación de las diferencias regionales de desempleo se han encontrado resultados heterogéneos. Generalmente, se espera una relación positiva (probablemente no lineal) entre el desempleo y las tasas de participación. No obstante, se ha comprobado que las tasas de desempleo más altas suelen ir acompañadas de tasas de participación bajas. En este sentido, surgen algunas explicaciones. Primero, las bajas tasas de participación podrían reflejar bajos niveles de inversión en capital humano y bajos niveles de compromiso con la vida laboral (Fleisher y Rhodes, 1976). Además, las bajas tasas de participación femenina suelen explicarse por la presencia de niños en el hogar, lo que implica una necesidad de ajuste de la mano de obra femenina al momento de elegir entre tener una familia y seguir una carrera profesional (Martínez Gómez, 2013). Finalmente, tasas de participación mayores que las tasas de ocupación también podrían generar mayores niveles de desempleo (Blundell y MaCurdy, 1999).

Migración: la migración es un factor clave en las variables de participación, se ha reconocido que los flujos de migrantes en determinadas regiones y territorios tienen efectos sobre las tasas de participación y pueden acarrear un incremento en las tasas de desempleo. Siguiendo a Pissarides y Wadsworth (1989) y a Blanchard y Katz (1992), los flujos de inmigrantes están estrechamente relacionados con las disparidades regionales en las condiciones del mercado laboral y el desempeño económico. Este efecto depende de las capacidades de capital humano y de infraestructura de la región. Si estas capacidades son fuertes, es probable que aumente la demanda de capital humano cualificado, ya que la productividad y la inversión tenderán a crecer (Eggert *et al.*, 2010; Moretti, 2010). Por el contrario, si las capacidades son bajas, la nueva población enfrentará desempleo de baja cualificación, ya que la demanda de este tipo

de mano de obra no puede aumentar al mismo ritmo que la oferta (Walden, 2012). Particularmente, en el caso colombiano se destaca la movilidad de mano de obra entre regiones impulsada por las disparidades económicas (Barón-Rivera, 2011).

Las interrelaciones entre el desempleo y la migración se han estudiado extensamente. La inmigración puede aumentar el desempleo de los nativos que compiten directamente con los inmigrantes a corto plazo, pero sus efectos son insignificantes para la región receptora a largo plazo (Borjas, 2018). En regiones emisoras, la posibilidad de emigrar eleva las demandas salariales, perpetuando el diferencial de desempleo interregional (Bhagwati y Hamada, 1974; Uhlig, 2006). La inmigración puede reducir el desempleo nativo, ya que las empresas crean más puestos de trabajo (Ortega, 2000). El nivel de cualificación también afecta al desempleo, los trabajadores cualificados tienden a trasladarse a otra región, mientras que los no cualificados tienden a abandonar la población activa (Mauro y Spilimbergo, 1999).

Costos de transporte: los costos de desplazamiento son el resultado de las recientes suburbanizaciones observadas en la mayoría de las ciudades o regiones del mundo, y de la falta de sistemas de transporte eficientes (factor con mayor peso en los países en desarrollo o de ingresos bajos y medios). Se ha demostrado que los largos tiempos de desplazamiento y las grandes distancias entre las empresas y los centros suburbanos tienen efectos significativos en la duración del desempleo y en el desajuste del mercado laboral.

Salarios: el aumento de los salarios suele tener un efecto positivo en la oferta de trabajo y un efecto negativo en la demanda de trabajo. En los modelos sin fricciones, los salarios son el resultado del equilibrio del mercado de trabajo, hablándose en este caso de un desempleo voluntario. No obstante, las diferencias salariales entre regiones también se han entendido como consecuencia de las fricciones de movilidad entre regiones o ciudades, tanto de mano de obra como de empresas. Además, los salarios sirven como medida de la produc-

tividad, llevando a que diferenciales salariales entre regiones puedan deberse a diferencias en las capacidades productivas de dichas zonas.

Crecimiento regional: las regiones con buenos resultados económicos suelen presentar bajas tasas de desempleo y buenos indicadores de productividad. Este resultado puede englobarse en el concepto conocido como la ley de Okun (Okun, 1962), que señala una correlación existente entre el desarrollo económico y los cambios en la tasa de desempleo.

Potencial de mercado: los factores de localización son importantes para la dinámica del mercado laboral; las empresas tienden a establecerse en regiones donde hay potencial de crecimiento de las ventas y perspectivas estables de consumo de los hogares (entre otros factores de decisión). En consecuencia, puede esperarse que las tasas de desempleo sean menores en esas regiones. Adicionalmente, algunos planteamientos sostienen que la innovación desempeña un papel fundamental en la reducción del desempleo, ya que los sectores innovadores atraen mano de obra cualificada y tienen efectos multiplicadores sobre el empleo en otros sectores.

Estructura económica: las regiones con una estructura productiva diversificada pueden verse menos afectadas por las perturbaciones sectoriales y, por lo tanto, mostrarán menores tasas de desempleo a lo largo del ciclo económico. Este hecho ha sido ampliamente comprobado en investigaciones empíricas. En otras palabras, una estructura productiva con mayor número de sectores podría sugerir mayor grado de absorción y movilidad de fuerza de trabajo.

Barreras económicas y sociales: se trata de variables económicas y sociales no observables que desincentivan la movilidad de la mano de obra entre regiones o ciudades y, por tanto, actúan como fricciones en los mercados laborales regionales. Las fricciones en los mercados inmobiliarios, los programas de bienestar y seguridad social, y la rigidez general de mercados laborales son algunas de las variables de este grupo.

Educación: los niveles de educación más altos reducen el riesgo de desempleo, aumentan la probabilidad de obtener mayores salarios y promueven la movilidad laboral entre regiones. Estudios empíricos han demostrado que el alto capital humano afecta indirectamente a la población menos educada en el mercado laboral. Aunque la calidad general de las competencias laborales no se limita al promedio de años de escolaridad, este indicador está negativamente correlacionado con la tasa de desempleo regional (Eggert *et al.*, 2010). Sin embargo, Castillo-Robayo y García-Estévez (2019) señalan que, a pesar de que la educación es un factor clave en la consecución de empleos formales, esto no garantiza automáticamente el empleo, especialmente entre la población joven. Estudios demuestran que, a pesar de tener buena formación, los jóvenes enfrentan altos niveles de desempleo o subempleo debido a la falta de oportunidades adecuadas. Según Eggert *et al.* (2010), esta problemática lleva a la “fuga de cerebros”, concepto que explica la razón de que individuos altamente cualificados tienden a emigrar en busca de mejores oportunidades fuera de su región. En síntesis, la educación sí representa mayores posibilidades de empleabilidad, pero está condicionada por el nivel de desarrollo de las regiones, es decir que, en la mayoría de los casos, según las condiciones del mercado laboral de estas, se provocan distorsiones en la decisión de invertir en educación o no.

Sindicalización: desde un punto de vista teórico, el poder de negociación de los sindicatos ha sido tratado como una distorsión que desvía el mercado laboral de su equilibrio competitivo. De esta manera, se ha comprobado que la sindicalización está correlacionada con una menor dinámica de la demanda de mano de obra en los sectores sindicalizados y que también es una variable que influye en el mecanismo de fijación de los salarios.

Tasa de desempleo natural regional y persistencia: algunos autores sostienen que las diferencias en las tasas de desempleo regionales se deben a la persistencia y a la falta de convergencia entre los mercados de trabajo regionales (Brunello *et al.*, 2000; Gomes y da

Silva, 2009; Lanzaflame, 2010). La hipótesis de la tasa natural afirma que el desempleo solo puede desviarse de su nivel a largo plazo si se producen cambios estructurales, como en la composición de la cuota de mercado o choques de productividad. Este enfoque ha sido tratado a menudo como un problema puramente estadístico, por lo que ha sido ampliamente explorado en estudios empíricos donde se han identificado en el largo plazo dos importantes determinantes de brechas económicas regionales, uno asociada a la geografía y el otro al capital humano, en particular, asumido desde la calidad de la educación.

Es importante aclarar que en este apartado se listan los determinantes mencionados en el trabajo de referencia (Cárdenas Hurtado *et al.*, 2015), pero para el caso de Antioquia la limitación de datos hace que las categorías relacionadas con la sindicalización y la tasa de desempleo natural no se puedan capturar a través de variables observables. Si bien la Encuesta de Calidad de Vida del departamento recoge información relacionada con el mercado de trabajo, la estructura de datos se queda limitada para estos componentes.

En resumen, la literatura ha sugerido ampliamente las dimensiones que pueden tener relación con las tasas de desempleo a la hora de explicar su variabilidad entre regiones. Sin embargo, en la medida en que se desagrega la información a nivel municipal, la evidencia es menos robusta e incluso es, por decirlo, inexistente.

3. Contexto subregional

El departamento de Antioquia es uno de los 32 departamentos que, junto con Bogotá, Distrito Capital, forman la República de Colombia. Su capital es el municipio de Medellín, la segunda ciudad más poblada del país. Está ubicado al noroccidente colombiano, en las regiones Andina y Caribe, limitando al norte con el mar Caribe y los departamentos de Córdoba y Bolívar, al este con los departamentos de Santander y Boyacá, al sur con los departamentos de Caldas y Risaralda, y al oeste con el departamento de Chocó. Según el último censo poblacional

de 2018, Antioquia cuenta con 5.974.788 habitantes, un 48,3% de hombres y un 51,7% de mujeres, posee una extensión territorial de 63.612 km² y un PIB de 176,4 billones de pesos y un PIB por habitante de aproximadamente 26 millones de pesos (DANE, 2022a).

Su organización territorial comprende nueve subregiones en un total de 125 municipios, donde más de la mitad de la población reside en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La economía del departamento genera aproximadamente el 15% del PIB colombiano, detrás de la capital del país, Bogotá.

La Figura 1A ilustra el PIB por municipio en miles de millones de pesos a 2018, donde se observa que la mayoría de los municipios del departamento hacen aportes al PIB menores a un billón de pesos. Se evidencia que más del 60% de los ingresos del departamento están concentrados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el restante 40% se distribuye entre las demás 8 subregiones compuestas por 115 municipios de los 125 que conforman el departamento. Cada subregión tiene sus características únicas que se mencionan a continuación.

Subregión Valle de Aburrá: esta subregión, ubicada en el centro-sur del departamento, es la más importante económica y poblacionalmente, con 3.726.205 habitantes (62,4% de la población de Antioquia) y aporta el 66,9% del PIB departamental con 94,9 billones de pesos en 2021. Incluye los municipios de Medellín, Envigado, Itagüí, Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Sabaneta, La Estrella y Caldas (DANE, 2022a).

Subregión Oriente: es la segunda subregión más poblada y económicamente relevante después del Valle de Aburrá, el Oriente Antioqueño tiene 582.409 habitantes (9,7% de la población de Antioquia) y aporta el 9,6% del PIB departamental con 13,6 billones de pesos en 2021 (DANE, 2022a), los municipios que las conforman son:

* Altiplano o Valle de San Nicolás: Rionegro, Marinilla, El Carmen de Viboral, La Ceja del Tambo, La Unión, El Santuario, San Vicente Ferrer, El Retiro y Guarne.

* Embalses: Alejandría, Concepción, El Peñol, Granada, Guatapé, San Carlos y San Rafael.

* Bosques: Cocorná, San Francisco y San Luis.

* Páramos: Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón.

Subregión Urabá: el Urabá antioqueño es la región costera de Antioquia, sobre el mar. Tiene una extensión de 11.644 km² y una población de 470.019 habitantes (7,9% de la población de Antioquia), aportando el 5,3% del PIB departamental con 7,4 billones de pesos en 2021 (DANE, 2022a).

La subregión se divide en tres zonas:

* Zona norte: compuesto por los municipios de Arboletes, San Juan de Urabá, San Pedro de Urabá y Necoclí.

* Zona central: compuesta por los municipios de Apartadó Carepa, Chigorodó y Turbo.

* Zona sur: compuesta por los municipios de Mutatá, Murindó y Vigía del Fuerte.

Subregión Magdalena Medio: el Magdalena Medio, ubicado en el valle del río Magdalena, es estratégico en términos de conexión y desarrollo regional, su aporte al PIB es el 2,3 % del PIB departamental con \$3,2 billones de pesos en 2021. La subregión está conformada por seis municipios: Caracolí, Maceo, Puerto Berrío, Puerto Nare, Puerto Triunfo y Yondó (DANE, 2022a).

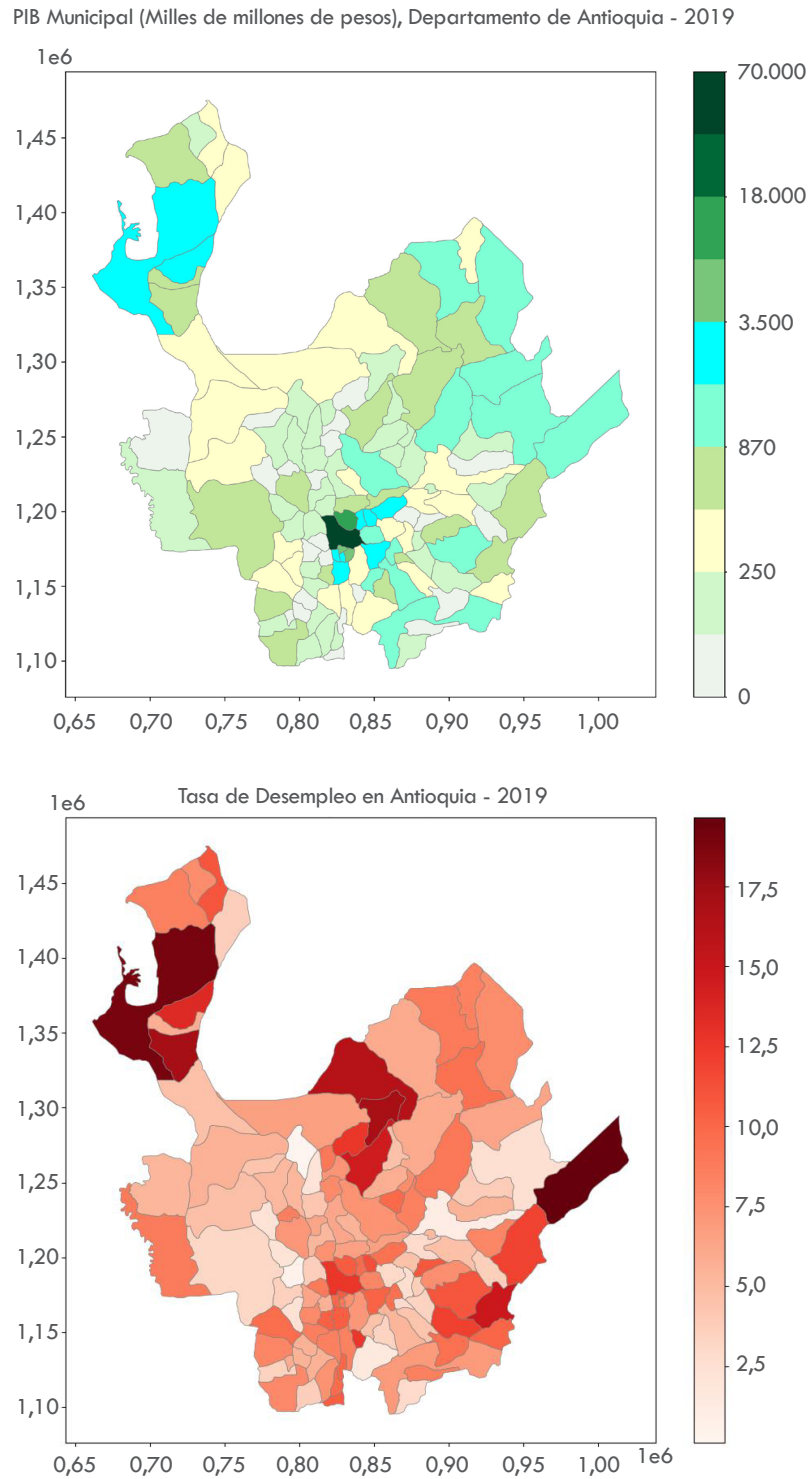
Subregión Nordeste: con una extensión de 8.544 km² y una población de 163.853 habitantes (2,7% de la población de Antioquia), el Nordeste aporta el 3,2% del PIB departamental con 4,5 billones de pesos en 2021 (DANE, 2022a). El nordeste se diferencia en tres zonas:

* La Meseta: Anorí, Amalfi, Yolombó, Yalí y Vegachí.

* La Minera: Segovia y Remedios.

* El Nus: Cisneros, San Roque y Santo Domingo.

Figura 1. A) PIB por municipio en Antioquia, 2018, B) Tasa de desempleo por municipio en 2019



Fuente: elaboración propia basada en DANE (2022b) y Gobernación de Antioquia (2019).

Subregión Norte: ubicada entre el área metropolitana del Valle de Aburrá y el Nudo de Paramillo, esta subregión tiene una extensión de 7.390 km² y una población de 203.280 habitantes (3,4% de la población de Antioquia), aportando el 3,5% del PIB departamental con 4,9 billones de pesos en 2021 (DANE, 2022a).

La subregión está comprendida por 17 municipios agrupados en cuatro zonas:

- * La Meseta de los Osos: Belmira, Don Matías, Entreríos, San Pedro de los Milagros y Santa Rosa de Osos.
- * La vertiente del río Porce-Nechí: Angostura, Briceño, Campamento, Valdivia y Yarumal.
- * La vertiente del río Cauca: Ituango, San Andrés de Cuerquia, San José de la Montaña y Toledo.
- * La vertiente del río Porce: Carolina del Príncipe, Gómez Plata y Guadalupe.

Subregión Suroeste: con 6.733 km² y 318.516 habitantes (5,3% de la población de Antioquia), esta subregión aporta el 4,2% del PIB departamental con 5,9 billones de pesos en 2021 y está conformada por 24 municipios, entre los que se encuentran: Amagá, Andes, Angelópolis, Betania, Betulia, Caicedo, Caramanta, Ciudad Bolívar, Concordia, Fredonia, Hispania, Jardín, Jericó, La Pintada, Montebello, Pueblorrico, Salgar, Santa Barbara, Támesis, Tarso, Titiribí, Urrao, Valparaíso y Venecia (DANE, 2022a).

Subregión Occidente: con 7.073 km² y 185.644 habitantes (3,1% de la población de Antioquia), esta subregión aporta el 2,1% del PIB departamental con 3 billones de pesos en 2021 (DANE, 2022a). La subregión del occidente está conformada por 19 municipios y administrativamente se divide en dos zonas:

- * Cuenca del río Sucio: integrada por Dabeiba, Uramita, Cañasgordas, Frontino, Abriaquí y Peque.
- * Cauca medio: integrado por los municipios de Sabanalarga, Buriticá, Giraldo, Olaya, San Je-

rónimo, Santa Fe de Antioquia, Anzá, Ebéjico, Armenia, Heliconia, Caicedo, Liborina y Sopetrán.

Subregión Bajo Cauca: con una extensión de 8.485 km² y 229.778 habitantes (3,8% de la población de Antioquia), el Bajo Cauca aporta el 2,8% del PIB departamental con 3,9 billones de pesos en 2021 (DANE, 2022a). La subregión está conformada por seis municipios ubicados entre las serranías de Ayapel y San Lucas:

- * Sobre la cuenca baja del sistema fluvial Cauca-Nechí se encuentran los municipios de Cáceres, Tarazá y Caucasia.
- * En la franja del río Nechí se encuentran los municipios de Zaragoza, el Bagre y Nechí.

4. Metodología

La metodología utilizada para analizar la heterogeneidad del desempleo combina dos enfoques estadísticos complementarios: el análisis factorial múltiple (AFM) y el análisis de conglomerados (clúster). El análisis factorial múltiple permite examinar y sintetizar grandes volúmenes de datos multivariados, identificando estructuras subyacentes y relaciones entre las variables provenientes de diferentes tablas o grupos. A su vez, el análisis clúster se centra en clasificar individuos o unidades en grupos homogéneos basados en características similares. La integración de estas técnicas ofrece una perspectiva amplia y detallada de los datos, revelando patrones y agrupaciones claves en la comprensión del fenómeno analizado.

4.1 Análisis Factorial Múltiple

El Análisis Factorial Múltiple (AFM), desarrollado por Escofier y Pagès (1998), es un análisis de componentes principales ACP, adaptado al tratamiento de tablas de datos que busca representar una nube de puntos en un espacio de menor dimensión por medio de la descripción de varios grupos de variables. Los grupos de variables pueden surgir de la utilización conjunta de variables de diferente naturaleza, cuantitativas y cualitativas, del empleo de tablas que provienen de otras tres dimensiones

o del manejo de un mismo conjunto de variables medidas en distintos periodos de tiempo (Abascal Fernández y Landaluze Calvo, 2002; Pagès, 2014).

El AFM tiene como objetivo destacar los principales factores de variabilidad de los datos, equilibradamente descritos por diversos grupos de variables. Proporciona indicadores y gráficos similares a los análisis factoriales, permitiendo estudiar relaciones entre grupos, medir similitudes entre variables dentro y entre grupos, así como entre individuos en relación con los diferentes grupos de variables, entre otros aspectos.

La metodología del AFM se basa en el Análisis de Componentes Principales (ACP), donde se analizan tablas de datos, las cuales contienen J_c grupos o tablas de variables cuantitativas J_q , grupos o tablas de variables cualitativas (nominales) y J_o grupos o tablas de variables cualitativas (ordinales). El método se desarrolla en dos etapas:

Primero, se analiza cada grupo de variables o subtabla por separado, mediante un ACP para cada uno de los J_c y se realiza un análisis de correspondencias múltiples (ACM) para cada uno de los J_q y J_o .

En segundo lugar, se realiza un análisis global, donde se analiza la tabla yuxtapuesta X que toma la estructura que se muestra en la Figura 2. El análisis global es un ACP (X, M, D), donde las matrices X , M y D y se estructuran así (Escofier y Pagès, 1998):

* X , es una matriz de datos transformados.

$$X = [X_c \ Z_q \ Z_o] \quad [1]$$

* M , es una matriz de métrica.

$$M = \begin{bmatrix} M^{J_c} & 0 & 0 \\ 0 & M^{J_q} & 0 \\ 0 & 0 & M^{J_o} \end{bmatrix} \quad [2]$$

donde M^{J_c} es la matriz de métrica para los conjuntos de variables cuantitativas conformada por los J_c bloques.

* D es la matriz de pesos

$$D = \frac{1}{I} I_I \quad [3]$$

Cada subtabla ha sido ponderada por el inverso del primer valor propio del ACP. Esta ponderación equilibra el peso de los grupos en la obtención del primer factor. En este sentido, hay que señalar que, para las variables continuas, el AFM se comporta como un Análisis en Componentes Principales (ponderando las variables); para las variables nominales se comporta como un Análisis de Correspondencias Múltiples (ponderando las modalidades) (Abascal Fernández y Landaluze Calvo, 2002; Escofier y Pagès, 1998; Pagès, 2014).

4.2 Clúster

El análisis de clúster ayuda a visualizar e identificar patrones en los datos que contienen muchas variables, ayudando a clarificar relaciones en sistemas complejos. Para ello, la combinación de variables homogéneas en grupos reduce la dimensionalidad del sistema, elimina información redundante y propicia estructuras más simples de analizar. El clustering es un término general para métodos no supervisados que agrupan observaciones en función de su similitud (Abdi *et al.*, 2013; Kassambara, 2017). En la literatura existen muchas propuestas de clustering, que se pueden resumir en diversas categorías, de acuerdo con el criterio que se maneje, entre las más usadas se encuentran los procesos exclusivos y no exclusivos, los secuenciales y simultáneos, los jerárquicos y no jerárquicos, los aglomerativos y divisivos, los politéticos y monotéticos, los entrópicos y no entrópicos y los de agrupamientos descriptivos o sinópticos, entre otros (Johnson y Wichern, 2007).

Uno de los enfoques más populares es el clustering k-means, perteneciente a los procesos jerárquicos, en el cual las observaciones se agrupan en k clústeres con la mínima variación dentro de cada clúster. Aunque existen muchas variaciones y algoritmos de k-means, el método original minimiza la suma de cuadrados dentro de los grupos (SCDG) para todas las variables, que es equivalente a la suma ponderada de las varianzas en los grupos:

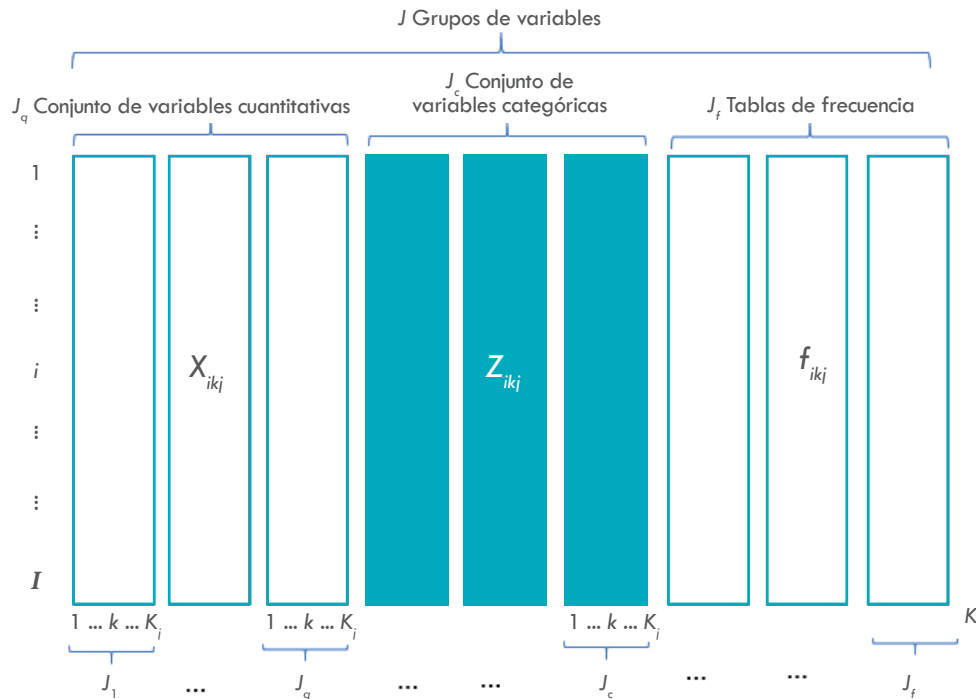
$$SCDG = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})^2 \quad [4]$$

Donde x_{ijk} es el valor de la variable j en el elemento i del clúster k , y $\bar{x}_{jk}$ es la media del clúster k . El criterio se define entonces como:

$$\min SCDG = \min \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^p n_k s_{jk}^2 \quad [5]$$

Con n_k siendo el número de elementos del clúster k y s_{jk}^2 la varianza de la variable j en dicho clúster. La varianza de cada variable en cada clúster es claramente una medida de heterogeneidad del grupo y al minimizar las varianzas de todas las variables en los grupos se obtienen clústeres homogéneos.

Figura 2. Tabla de variables



Fuente: adaptada de Escofier y Pagès (1998).

5. Datos

Para la realización del ejercicio de análisis de heterogeneidad regional, se tomaron datos del año 2019 para contar con información de todas las variables con un año común de medición. Además, este año no estuvo influido por los efectos de la pandemia, lo que permite un análisis de condiciones típicas en las diversas

variables consideradas. La información se recolectó para los 125 municipios del departamento de Antioquia, con el fin de explorar las discrepancias subyacentes en términos de las variables asociadas al comportamiento de la tasa de desempleo. Por tanto, tenemos un conjunto de información con 125 filas y 160 varia-

bles condensadas en 19 grupos (10 de variables cuantitativas y 9 de tablas de frecuencia).

Las variables se estructuran en los siguientes grupos: variables demográficas (*Demo_c*, 11), participación (*Part_c*, 10), migración (*Mig_c*, 3), estructura del mercado (*Mktst_c*, 30), estructura del mercado de trabajo (*LMktst_c*, 18), crecimiento regional (*Regw_c*, 12), potencial de mercado (*Mktp_c*, 4), educación (*Edu_c*, 13), salarios (*Wag_c*, 3), barreras económicas y sociales (*Esbr_c*, 11), estructura etaria (*Demo_f1*, 5), estructura etaria masculina (*Demo_f2*, 5), estructura etaria femenina (*Demo_f3*, 5), estatus marital de hombres (*Part_f1*, 5), estatus marital de mujeres (*Part_f2*, 5), distribución de desempleados por nivel educativo (*Edu_f1*, 5), distribución de empleados por nivel educativo (*Edu_f2*, 5), distribución de la población en edad de trabajar por nivel educativo (*Edu_f3*, 5) y la distribución de las personas por fuera de la fuerza de trabajo por nivel educativo (*Edu_f4*, 5).

La tasa de desempleo en Antioquia (Figura 1 B) muestra una notable variabilidad entre los municipios del departamento. Algunos tienen tasas de desempleo cercanas al 20%, mientras que otros apenas alcanzan el 1%. Aunque este patrón es común en el mercado laboral colombiano, es importante destacar que en Antioquia las tasas más bajas no siempre corresponden a los municipios que son centros productivos como el Valle de Aburrá y el Oriente Cercano. Esto sugiere que las interpretaciones habituales, basadas en la estructura económica regional, no necesariamente se aplican en este contexto particular. De allí la relevancia del análisis exploratorio con la configuración que se ha planteado en el presente ejercicio.

6. Resultados análisis factorial

Se realizó un análisis factorial sobre todas las variables, agrupándolas según sus características para reducir la dimensionalidad del problema, integrando variables cualitativas con tablas de frecuencia, aprovechando las capacidades de esta metodología. Los análisis

factoriales y de clúster se llevaron a cabo utilizando el software R y el paquete *factoextra* (Gürler, 2022; Kassambara, 2017; Kassambara y Mundt, 2020).

La distribución demográfica refleja una organización de la población por grupos etarios y por sexo, lo cual tiene relación con la participación y dependencia económica, la clasificación de las personas según su nivel educativo, el número de desempleados por nivel educativo y los ocupados según su grado de instrucción. La información se captó desde diferentes bases de datos a nivel departamental, entre las cuales se encuentran el DANE, el Censo poblacional, la GEIH, la gobernación de Antioquia y la encuesta de calidad de vida (DANE, 2022a; 2022b; Gobernación de Antioquia, 2019).

6.1 Resultados por dimensiones

El ACP aplicado descompone la inercia total de análisis. Los valores propios del análisis factorial se ilustran en la Figura 3, estos valores deben observarse en función del número de grupos de variables y de los valores propios de los análisis individuales. En el caso de los primeros cuatro valores propios, que son mayores a 1, significa que estos factores son elementos comunes a ciertos conjuntos de grupos y, por lo tanto, representan una dirección de inercia importante para esos conjuntos.

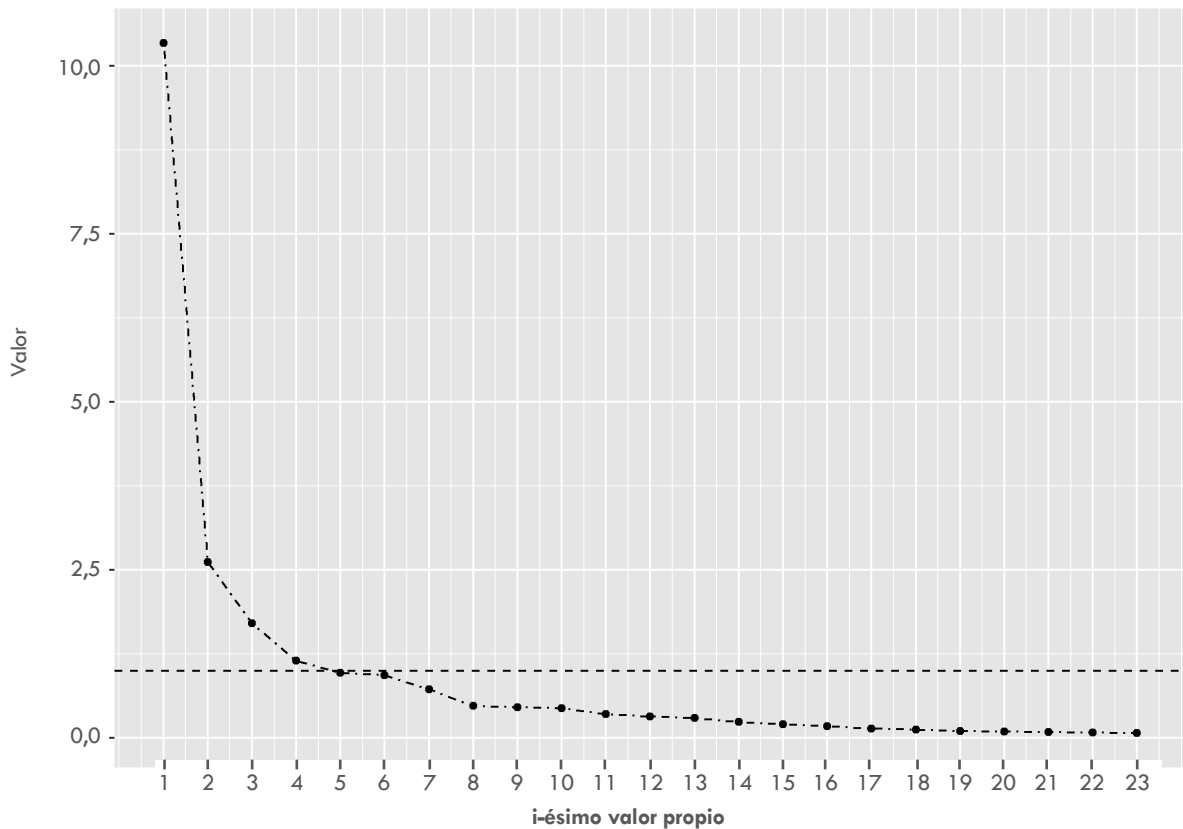
La Tabla 1 muestra la contribución porcentual de los principales factores calculados a la varianza total de los datos.

Se puede observar que la primera dimensión explica un 47,7% de la variabilidad total de toda la heterogeneidad, la dimensión 2, 3 y 4 explican un 11,41%, 7,02% y 4,61%, respectivamente.

En la Tabla 2 se resume la información relacionada con la contribución de los grupos de variables definidos sobre los factores calculados.

Se observa que los bloques de variables que más peso tienen en la dimensión 1 son los aspectos educativos. *Edu_c* (7,38) relacionada con la cobertura en educación básica, media y

Figura 3. Valores propios – Análisis Factorial Múltiple



Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Contribución de los factores a la varianza explicada

Dimensión	Valor Propio	Varianza (%)	Varianza Acumulada (%)
Dim 1	12,03	47,73	47,73
Dim 2	2,87	11,41	59,15
Dim 3	1,77	7,02	66,17
Dim 4	1,16	4,61	70,79

Fuente: elaboración propia.

superior, acceso a internet y presencia y oferta de instituciones de educación privada. Edu_f2 (7,08), Edu_f3 (7,43) y Edu_f4 (7,55), relacionadas con la educación de la población ocupada e inactiva, asociado a la acumulación de capital humano en los grandes centros urbanos y Wag_c, relacionado con los salarios, este componente se denominará Capital Humano.

En la dimensión 2, las características más importantes están relacionadas con factores de-

mográficos: la distribución poblacional (Demo_c), con una alta presencia de población afrodescendiente (14,7); la distribución etaria de las mujeres (Demo_f2), vinculada a la población dependiente femenina, jóvenes o de avanzada edad (12,51); y la participación (Part_f1 (8,91) y Part_f2 (9,17)), principalmente sobre el estado civil. Esta dimensión se denominará Configuración Demográfica. La Figura 4 muestra la distribución gráfica de las dimensiones 1 y 2 en relación con cada grupo.

Tabla 2. Contribución de los grupos a los factores				
	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4
Demo_c	1,86	14,71	0,22	9,72
Part_c	6,72	3,60	0,37	4,60
Mig_c	0,93	4,23	21,43	15,27
Mktst_c	6,30	2,72	8,06	8,57
LMktst_c	6,40	5,55	4,47	6,24
Regw_c	0,10	1,54	0,76	2,69
Mktp_c	4,81	8,61	1,05	0,91
Edu_c	7,38	0,79	6,63	0,25
Wag_c	6,93	0,08	1,00	3,70
Esbr_c	4,10	2,75	1,69	10,75
Demo_f1	6,37	8,91	0,73	0,62
Demo_f2	5,94	12,51	1,03	1,04
Demo_f3	6,73	6,58	0,60	0,36
Part_f1	4,71	8,92	8,20	2,46
Part_f2	5,17	9,17	8,93	2,78
Edu_f1	3,46	2,04	10,32	27,73
Edu_f2	7,08	3,31	9,42	1,24
Edu_f3	7,43	2,91	10,76	0,33
Edu_f4	7,55	1,09	4,33	0,74

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Correlación entre grupos y dimensiones – Plano 1 y 2

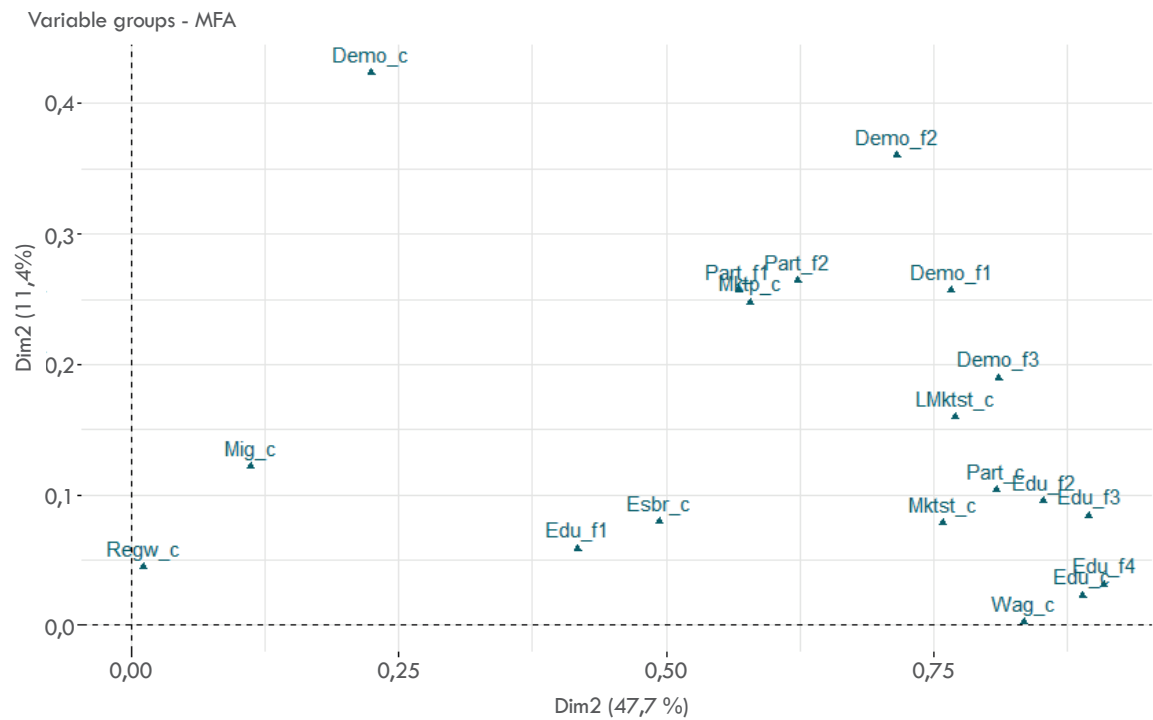
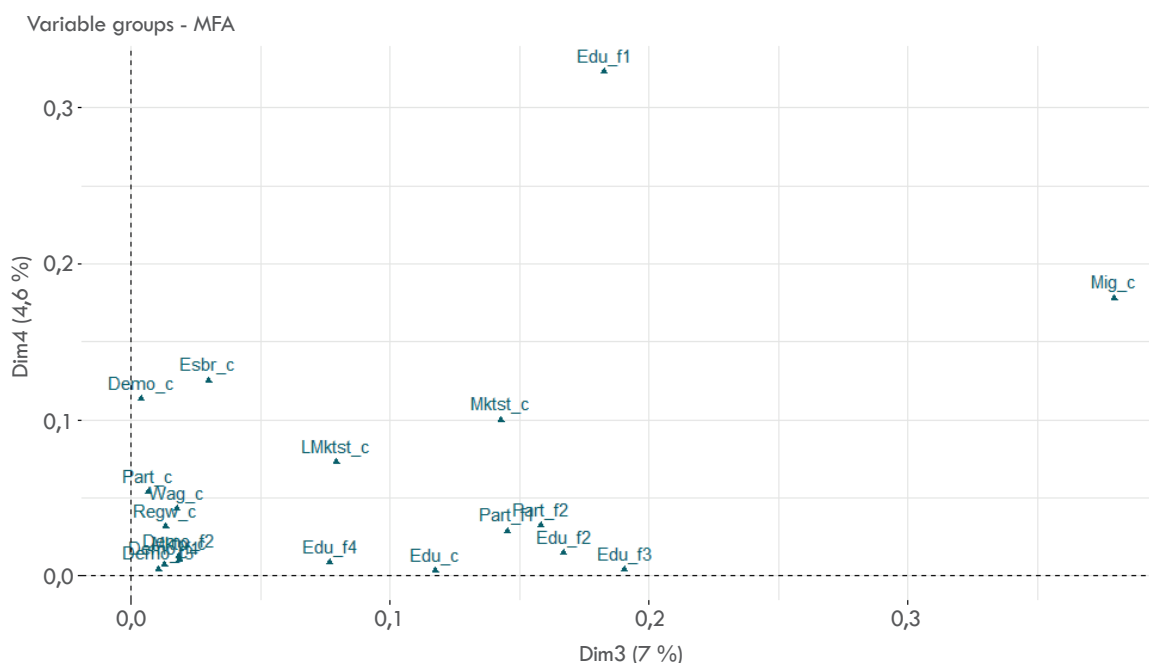


Figura 4. Correlación entre grupos y dimensiones – Plano 1 y 2 (continuación)

Fuente: elaboración propia.

En la dimensión 3, que explica un 7,02% de la varianza total, el mayor peso corresponde a un factor de migración (Mig_c 21,43), seguido por factores relacionados con la educación de inactivos y desempleados (Edu_f3 10,75, Edu_f2 9,42 y Edu_f1 10,31). Esta dimensión está directamente vinculada a la migración interna entre municipios y hacia las capitales o municipios más grandes, motivada por la búsqueda de oportunidades educativas o laborales. Por tanto, esta dimensión se denomina Migración Intradepartamental.

La dimensión 4 explica un 4,61% de la variabilidad total y está influenciada por los factores Edu_f1 (27,72), Mig_c (15,27), Esbr_c (10,74) y Demo_c (9,71). Esta dimensión abarca la distribución de los desempleados por nivel educativo, la migración, los grupos étnicos y las barreras económicas en los municipios, sugiriendo dificultades de acceso al mercado laboral. Por ello, se define como Vulnerabilidad Social. La Figura 4 muestra la distribución gráfica de las dimensiones 3 y 4 en relación con los grupos que los conforman.

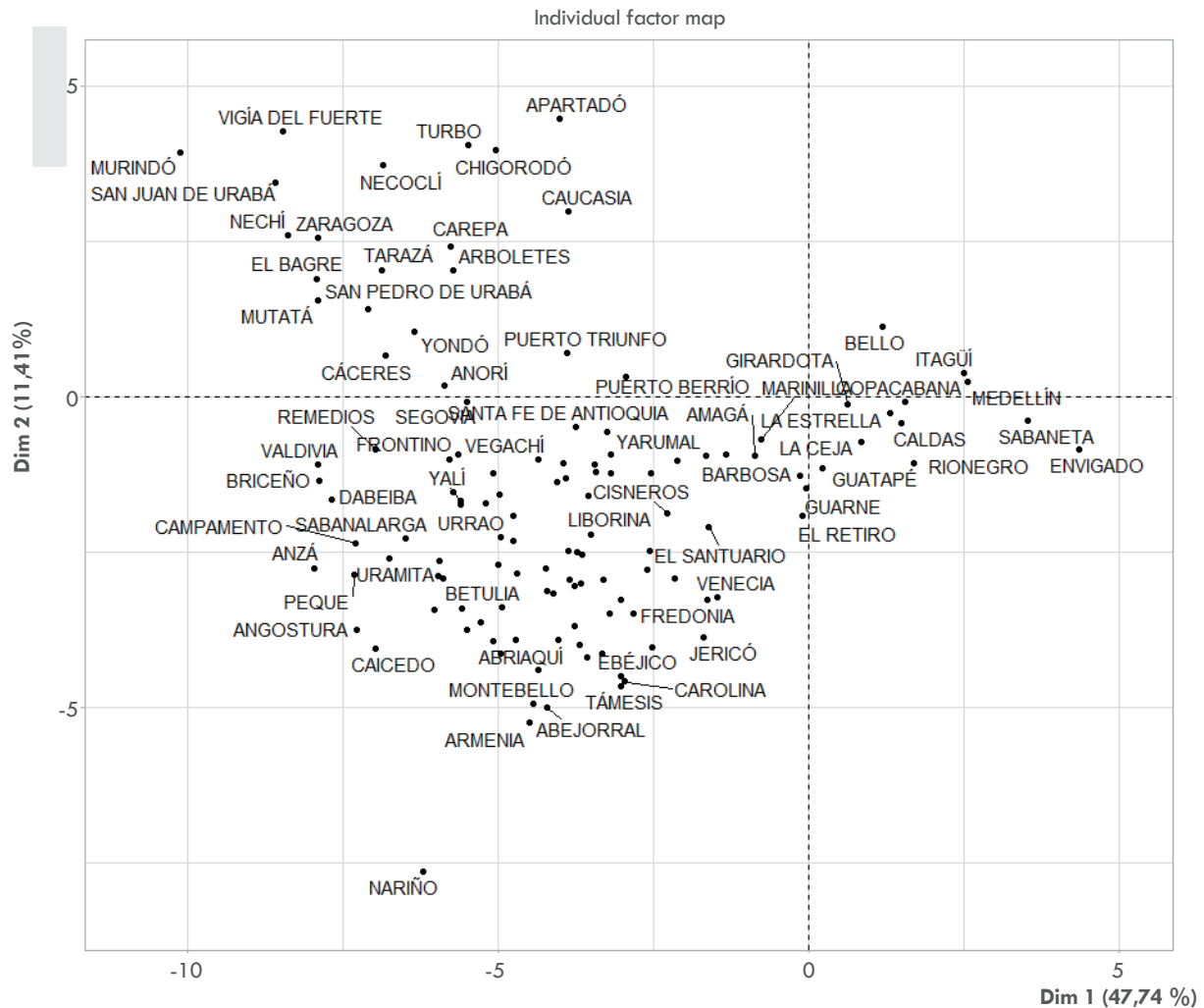
En el análisis factorial realizado no se incluyó la tasa de desempleo entre las variables de análisis, para evitar sesgar los resultados. El objetivo es verificar si la distribución de los municipios a lo largo de las dimensiones identificadas muestra algún patrón relacionado con las tasas de desempleo, que pueda asociarse con los determinantes descritos en la literatura, aproximados por las variables mencionadas. Para ello, se proyectaron los municipios en los planos de los factores calculados y se realizó un análisis de conglomerados.

6.2 Resultados por municipio

Se proyectará ahora los municipios sobre los planos formados por pares de factores. Estas proyecciones permiten explorar la heterogeneidad de una nube de municipios, permitiendo analizar la estructura de inercia de nubes separadas de municipios (Figura 5).

Los municipios proyectados a lo largo de la primera dimensión están ordenados de acuerdo con las capacidades de capital humano en relación con los aspectos educativos, como cobertu-

Figura 5. Representación de los municipios - Plano 1



Fuente: elaboración propia.

ra en educación básica, media y superior, acceso a internet, presencia de instituciones educativas privadas, distribución de la población inactiva asociada al capital humano y salarios. En el lado positivo del eje se identifican municipios con altos niveles de capital humano, oferta educativa y mejores salarios, como Envigado, Sabaneta, Itagüí, Medellín, Caldas, Copacabana, Bello, La Estrella, Rionegro y La Cebra. Estos municipios se caracterizan por una elevada cobertura educativa, gracias a la presencia de universidades públicas y privadas, un mayor acceso a internet, una amplia oferta de instituciones de educación básica y media, tanto públicas como privadas, así como centros de formación para el trabajo, entre otros

factores. Esto refleja la centralidad del departamento de Antioquia, aunque no necesariamente se traduce en bajas tasas de desempleo.

En contraste, los municipios con bajos índices de capital humano, salarios bajos y malas condiciones educativas se encuentran principalmente en la subregión de Urabá (Murindó, San Juan de Urabá, Vigía del Fuerte y Mutatá), en la subregión del Bajo Cauca (Nechí, El Bagre y Zaragoza), en la subregión de Occidente (Anzá) y en la subregión Norte (Valdivia y Briceño). Estos municipios son los que se proyectan en el lado más alejado a la izquierda del eje, como se muestra en la Figura 5. Cabe señalar que este estudio exploratorio no

controla la calidad de la educación en los municipios de Antioquia, lo cual puede generar dudas sobre la interpretación de algunos resultados.

En relación con la segunda dimensión, relacionada a los factores demográficos, se observa que en el segundo cuadrante se encuentran la mayoría de los municipios de la subregión del Urabá y algunos del Bajo Cauca que poseen una alta presencia de población afrodescendiente y altas tasas de desempleo, posiblemente relacionadas a factores culturales y tasas de natalidad elevadas, lo que reduce la participación de las mujeres en el mercado laboral. En contraste, municipios cercanos a la centralidad, con poca presencia de población afrodescendiente y bajas tasas de desempleo, se ubican en el lado negativo del eje. Esto es consistente con el significado de este eje: municipios con altas (bajas) tasas de desempleo y una configuración demográfica particular (destacándose la población afrodescendiente, indígena y dependiente femenina) se encuentran en el lado positivo (negativo) del eje.

Las proyecciones para el primer plano principal son reveladoras y ofrecen una visión inicial de la estructura del mercado laboral en los municipios de Antioquia (Figura 5). La distancia de cada proyección al origen mide cuán promedio son los municipios a lo largo de estas dimensiones: cuanto mayor es la distancia, más diferentes son del resto de la muestra. En este plano se observan resultados interesantes, como Envigado, Sabaneta y Rionegro, proyectados en el cuarto cuadrante, con mano de obra altamente calificada y bajas tasas de desempleo en relación con su configuración demográfica. También se destaca el Municipio de Bello en el primer cuadrante, que posee mano de obra calificada, pero una alta tasa de desempleo según su configuración demográfica, lo que sugiere que la economía local no está demandando suficientes trabajadores educados y puede estar sesgada a otras actividades.

Analizando la tercera dimensión (Figura 6) en relación con la migración, municipios muy periféricos como Valdivia, Puerto Nare, Segovia y Murindó muestran altas tasas de emigración, donde la población busca oportunidades educativas o laborales en los centros económicos de la subregión

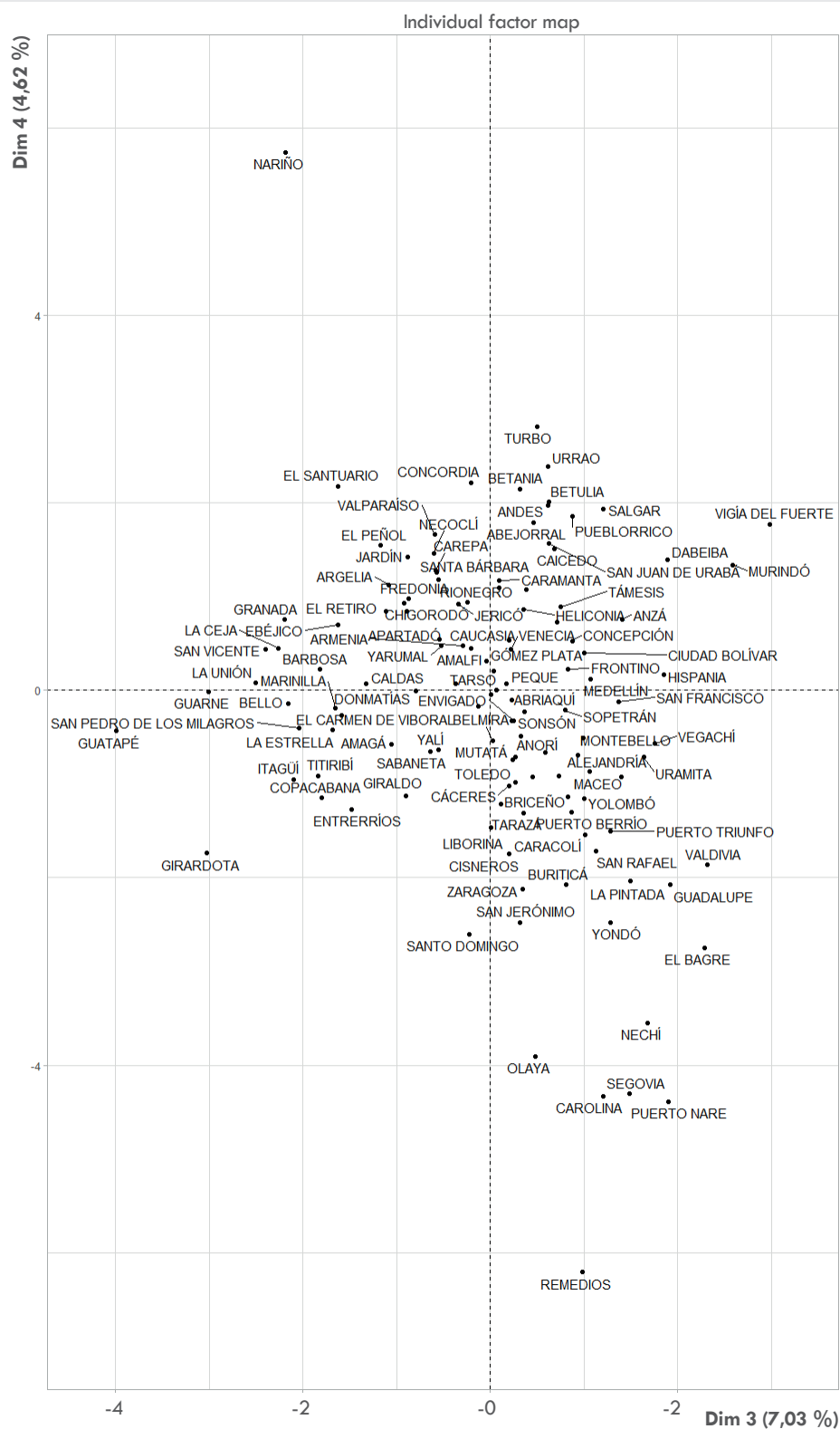
o en el Valle de Aburrá. Mientras que, municipios como Guarne, La Unión, Guatapé, Girardota e Itagüí tienen bajas tasas de emigración, pero altos índices de inmigración. En esta dimensión se logra observar que la mayoría de los municipios se encuentran ubicados cerca al cero. Problemas como la violencia, bajos salarios, educación deficiente en todas las etapas escolares (a pesar de los esfuerzos de cobertura), mayores porcentajes de población joven sin compromiso marital, falta de oportunidades y una estructura económica débil que no absorbe trabajadores poco calificados ni ofrece suficientes oportunidades a los jóvenes, son las principales razones para la migración intradepartamental.

En las proyecciones a lo largo de la cuarta dimensión, se encuentran municipios con un alto grado de vulnerabilidad social, tanto positiva como negativa. Entre los municipios con puntuaciones más bajas en esta dimensión negativa se encuentran: Remedios, Puerto Nare, Segovia, Carolina del Príncipe, Olaya y Nechí, que dependen principalmente de la extracción de minerales y minería. Por el otro lado, municipios con puntuaciones positivas incluyen a Nariño, Turbo, Urrao, Concordia y Betania, que tienen una vocación agrícola. En ambos extremos de la lista, estos municipios se destacan por tener variables con alta incidencia, como la distribución de los desempleados por nivel educativo, migración y barreras económicas y sociales, violencia, poca cobertura educativa, entre otras. En esta dimensión, los municipios con menores indicadores de vulnerabilidad social están más cercanos al cero, mientras que aquellos más alejados del cero muestran altas tasas de vulnerabilidad.

6.3 Resultados por clústeres

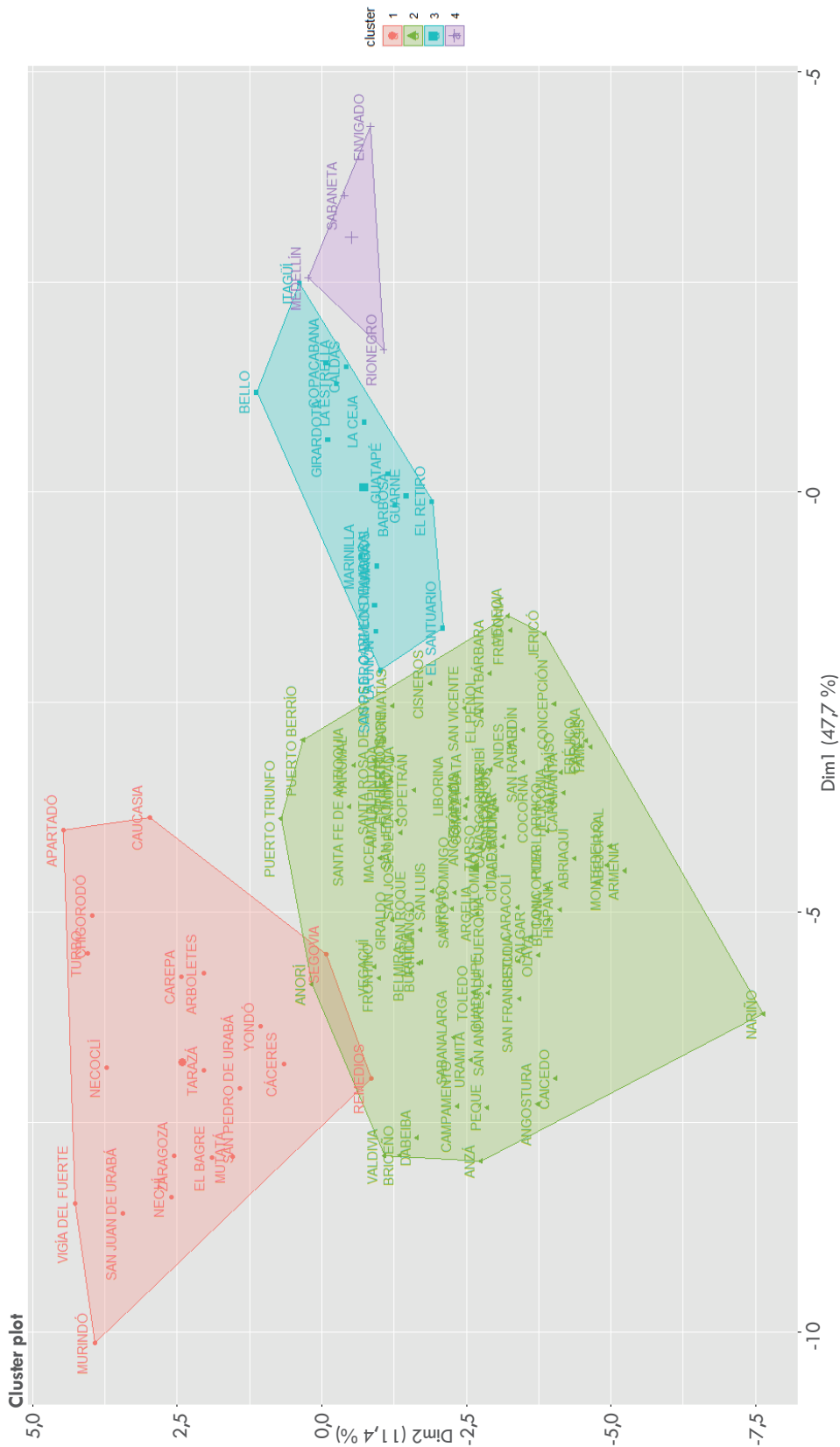
El análisis de clústeres revela una significativa heterogeneidad entre los municipios de Antioquia en términos de capital humano y configuración demográfica. Cada clúster tiene características únicas que reflejan las realidades socioeconómicas y demográficas de diferentes regiones. A continuación, se detallan algunos aspectos relevantes en términos de educación, salarios, distribución poblacional y demografía (Figura 7).

Figura 6. Representación de los municipios – Plano 2



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Clúster de los municipios — Plano 1



Fuente: elaboración propia.

El clúster 1 (rojo) está compuesto principalmente por los municipios de la subregión del Urabá y Bajo Cauca, caracterizados probablemente por una baja cobertura educativa, limitado acceso a internet, alta presencia de población afrodescendiente y una distribución demográfica diversa. Además, estos municipios muestran salarios más bajos en comparación con otros clústeres. Este clúster refleja una región con grandes desafíos en la acumulación de capital humano y características demográficas particulares asociados a una población con alta dependencia económica, lo que lleva a un contexto con posiblemente bajas tasas de ahorro que afectan la inversión en capital físico y social. Además, se observa una baja participación femenina en el mercado de trabajo laboral, y estas economías dependen en gran medida de sectores primarios como la agricultura, minería y pesca.

El clúster 2 (verde) está compuesto por municipios del Magdalena Medio, Norte, Nordeste, Occidente y Suroeste antioqueño, caracterizados por presentar niveles intermedios de cobertura educativa y salarios. La distribución poblacional y etaria en estos municipios podría ser más homogénea en comparación con otros clústeres. Este clúster representa municipios con niveles moderados de capital humano y una configuración demográfica estable. La economía de estos municipios está centrada en el sector primario y puede ser una mezcla de minería y agricultura.

El clúster 3 (azul) está integrado en su mayoría por municipios del Valle de Aburrá y Oriente, el cual presenta altos niveles de cobertura educativa, acceso a internet y salarios más elevados. La acumulación de capital humano es significativa debido a la presencia de grandes centros urbanos, siendo estas aglomeraciones facilitadoras al momento de ofrecer servicios. En cuanto a su configuración demográfica, su distribución poblacional es diversa, con una alta presencia de población dependiente femenina. Este clúster refleja una región con un alto capital humano y una configuración demográfica compleja. La economía es predominantemente urbana e industrial, con alto potencial de mercado al tener grandes proyectos

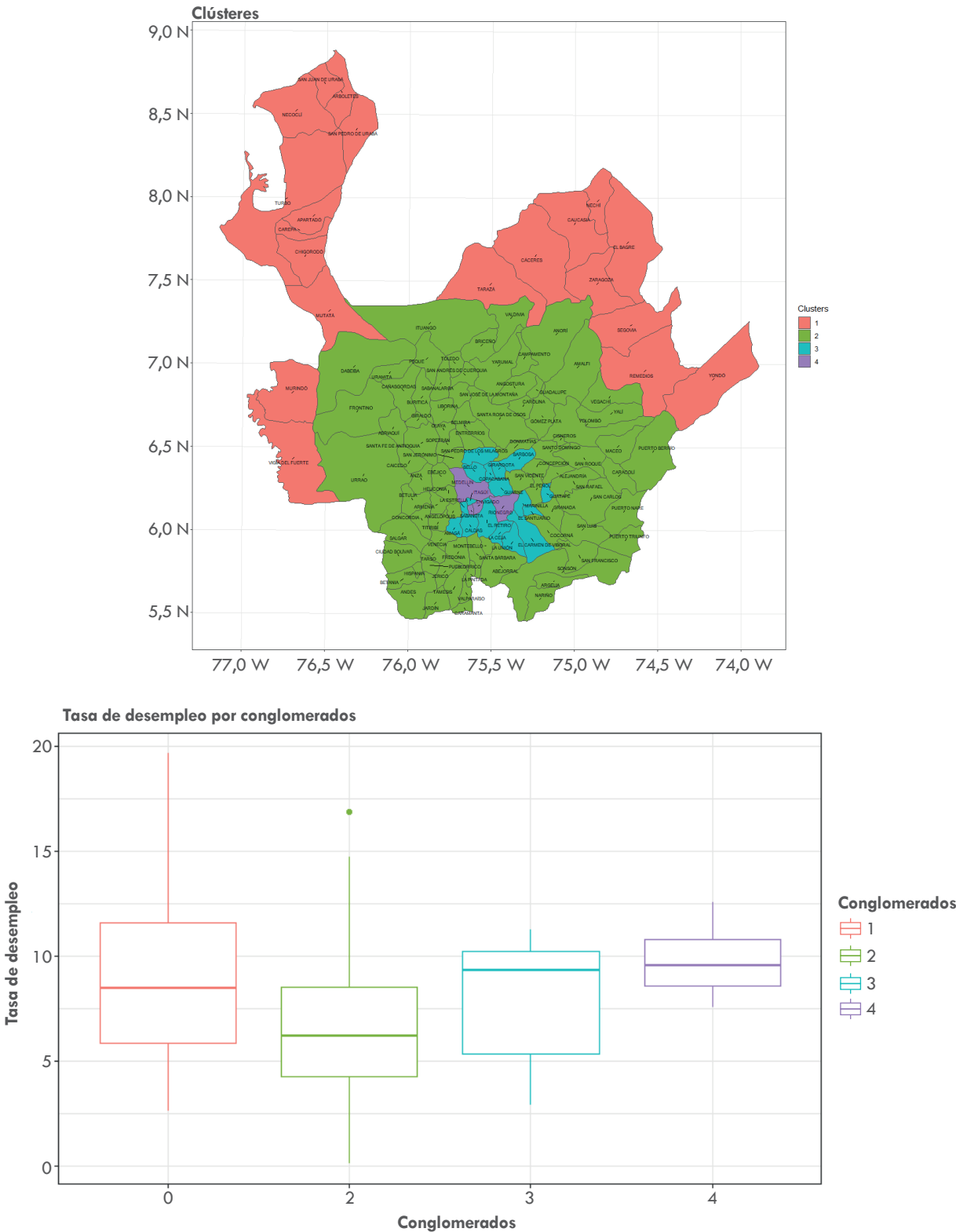
de infraestructura conectándola con diferentes puertos y mercados internos y externos de gran relevancia.

Por último, el clúster 4 (morado), está compuesto por los municipios de Medellín, Rionegro, Envigado y Sabaneta, caracterizados por tener una amplia cobertura educativa y salarios relativamente altos. La educación de la población inactiva también es considerable. La distribución etaria de las mujeres y la participación demográfica muestran una variedad de características. Este clúster representa una región en crecimiento con una buena acumulación de capital humano y diversidad demográfica. La economía es diversa, con un equilibrio entre industria, turismo y agricultura.

La Figura 8 muestra la distribución geográfica de los conglomerados y cómo varía la tasa de desempleo entre ellos. Si bien los gráficos de caja y bigotes muestran algún grado de solapamiento, se distingue una diferencia significativa en el comportamiento de la tasa de desempleo. El clúster 1 presenta una mediana intermedia con alta dispersión y valores extremos, lo que refleja una considerable heterogeneidad. Por otro lado, el clúster 2 tiene una menor variabilidad, con datos más concentrados cerca de la mediana. En cuanto a los clústeres 3 y 4, comparten una mediana similar, pero con diferencias notables en la dispersión. El clúster 3 exhibe una alta variabilidad y un sesgo negativo en su distribución, mientras que el clúster 4 muestra una menor dispersión, indicando una mayor uniformidad en las tasas de desempleo. Estos clústeres están geográficamente centrados en el departamento, donde se encuentran los municipios más desarrollados, lo que explica por qué muestran niveles medios de desempleo similares.

El clúster 2 abarca una variedad mayor de municipios, con un nivel de desempleo medio inferior a los antes mencionados. En este caso, tenemos municipios más rurales, con menor tasa de participación y posiblemente más informalidad. Entonces, si bien el indicador de desempleo es más favorable en este grupo, las condiciones de los trabajadores pueden ser de menor calidad que aquellas de los clústeres 3

Figura 8. Distribución de clúster departamental



Fuente: elaboración propia.

y 4. En cuanto al clúster 1, geográficamente ubicado en el norte del departamento, muestra tasas de desempleo relativamente altas, pero no por fuera de lo observado en el resto del departamento. Estos patrones indican que, si bien los determinantes identificados y utilizados en el análisis se vinculan al desempleo, en relación con los clústeres parecen estar agrupando los municipios del departamento según características del mercado laboral que van más allá del desempleo, pero que resaltan las diferencias en las diferentes subregiones del departamento.

7. Conclusiones

En resumen, hemos observado que las variables consideradas en este análisis presentan patrones de agrupación de municipios que no necesariamente coinciden con sus tasas de desempleo. La heterogeneidad municipal en el mercado de trabajo se identifica incluso entre municipios con condiciones socioeconómicas similares, lo que indica posibles brechas en factores clave, incluso al interior de las subregiones.

El departamento de Antioquia exhibe un modelo de desarrollo con una marcada concentración de actividades económicas y productivas en su zona central, especialmente en el Valle de Aburrá y áreas circundantes como Rionegro, La Ceja, El Carmen de Viboral, San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia, Don Matías y Amagá. Estos municipios, aunque fuera del Área Metropolitana, disfrutan de una influencia socioeconómica significativa de Medellín. Esta concentración ha resultado en mejores indicadores de educación, calidad de vida y reducción de la pobreza, caracterizando un patrón centro-periferia. A largo plazo, este patrón se atribuye a diferencias institucionales, donde el centro alberga instituciones inclusivas que protegen los derechos de propiedad, fomentan la inversión en educación, y promueven políticas de innovación y emprendimiento. Esto facilita un mejor acceso a servicios públicos, educación, salud, empleo, infraestructura y cultura para sus residentes en comparación con la periferia.

En el análisis factorial, en la dimensión de capital humano, se observa la agrupación de los municipios del Valle de Aburrá y el Oriente cercano, en contraste con el resto del departamento. Sin embargo, estos municipios aún enfrentan altas tasas de desempleo, indicando un desajuste entre la oferta y la demanda de trabajo cualificado. Por otro lado, en el factor de participación asociado a los componentes demográficos, como el crecimiento poblacional y la alta presencia de población afrodescendiente, los municipios del Urabá se ubican en un cuadrante específico con tasas de desempleo particularmente altas. Esto contrasta con municipios que tienen menor proporción de población afro y tasas de crecimiento poblacional más moderadas, donde predomina la población rural y la participación laboral de hombres jóvenes, principalmente como jornaleros o trabajadores agrícolas.

Al analizar los procesos migratorios, se observa una alta emigración combinada con un PIB relevante en términos financieros, de servicios y transporte en municipios con condiciones materiales menos favorables y altas tasas de desempleo. En contraste, municipios con alta inmigración y una oferta laboral cualificada muestran una mayor relevancia del PIB industrial y mejores niveles de calidad de vida. Esto indica que la población emigra de municipios con un PIB relacionado con finanzas y servicios hacia aquellos con un PIB industrial más fuerte y mejor calidad de vida, generando presión en las tasas de desempleo en estos últimos.

Por último, el análisis de clúster nos permitió identificar cómo las variables sociodemográficas y económicas agrupan a los municipios en cuatro regiones distintas. El clúster 1, predominante en Urabá y Bajo Cauca, destaca por su configuración demográfica, con alta presencia de población afrodescendiente y tasas de desempleo particularmente altas. Esta región enfrenta retos de infraestructura y conectividad, a pesar de su potencial económico considerable, especialmente en el Urabá costero, donde la falta de inversión y el desarrollo desigual son evidentes. En el clúster 2, que abarca el Magdalena Medio, Suroeste, Nordeste, Occidente y el Norte Antioqueño, resalta la dependencia de la economía rural y la necesidad de mejorar

la sostenibilidad de las actividades agrícolas y mineras. En contraste, el clúster 3, centrado en el Valle de Aburrá y Oriente, refleja una alta concentración de actividades económicas y productivas de alto valor, con infraestructura educativa y tecnología más desarrolladas. Sin embargo, este clúster también muestra problemas de desempleo debido al desajuste entre la oferta y la demanda de trabajo calificado. Finalmente, el clúster 4, combina áreas urbanas y rurales, beneficiándose de la proximidad a Medellín y mostrando mejores indicadores de calidad de vida. La disparidad entre estos clústeres subraya la necesidad de políticas regionales diferenciadas que aborden las particularidades de cada zona, promoviendo el desarrollo inclusivo y sostenible en todo el departamento.

Contribuciones de los autores

William Álvarez-Valle: Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Supervisión, Software, Validación, Visualización, Escritura (borrador original), Escritura (revisión del borrador y revisión/corrección).

John Edwar Torres-Gorrón: Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis for-

mal, Software, Validación, Visualización, Escritura (revisión del borrador y revisión/corrección).

Cristian Sánchez-Salazar: Metodología, Análisis formal, Escritura (revisión del borrador y revisión/corrección).

Luisa Fernanda Quintero-Gómez: Curaduría de datos, Escritura (borrador original).

Financiación

Los autores declaran que no recibieron recursos para la escritura o publicación de este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés en la escritura o publicación de este artículo.

Implicaciones éticas

Los autores no tienen ningún tipo de implicación ética que se deba declarar en la escritura y publicación de este artículo.

Referencias

- Abascal Fernández, E. y Landaluce Calvo, M. I. (2002). *Análisis factorial múltiple como técnica de estudio de la estabilidad de los resultados de un análisis de componentes principales*. Institut d'Estadística de Catalunya.
- Abdi, H., Williams, L. J. y Valentin, D. (2013). Multiple factor analysis: Principal component analysis for multitable and multiblock data sets. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5(2), 149-179. <https://doi.org/10.1002/wics.1246>
- Barón-Rivera, J. D. (2011). *Sensibilidad de la oferta de migrantes internos a las condiciones del mercado laboral en las principales ciudades de Colombia* (documento de trabajo). Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.149>
- Bhagwati, J. y Hamada, K. (1974). The brain drain, international integration of markets for professionals and unemployment: a theoretical analysis. *Journal of Development Economics*, 1(1), 19-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(74\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0304-3878(74)90020-0)
- Biffi, G. (1998). The impact of demographic changes on labor supply. Main Facts and Trends. *Austrian Economic Quarterly*, 3(4), 219-228.
- Blanchard, O. J. y Katz, L. F. (1992). Regional evolutions. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 1-75. <https://doi.org/10.2307/2534556>

- Blundell, R. y MaCurdy, T. (1999). Labor supply: A review of alternative approaches. *Handbook of labor economics*, 3, 1559-1695. [https://doi.org/10.1016/S1573-4463\(99\)03008-4](https://doi.org/10.1016/S1573-4463(99)03008-4)
- Borjas, G. J. (2018). The economics of immigration. En M. M. Suárez-Orozco, C. Suárez-Orozco y D. Qin-Hilliard (Eds.), *Interdisciplinary Perspectives on the New Immigration* (pp. 1-52). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315054193-1>
- Brunello, G., Lupi, C. y Ordine, P. (2000). Regional disparities and the Italian NAIRU. *Oxford Economic Papers*, 52(1), 146-177. <https://doi.org/10.1093/oep/52.1.146>
- Cárdenas Hurtado, C. A., Hernández Montes, M. A. y Torres Gorron, J. E. (2015). A statistical analysis of heterogeneity on labour markets and unemployment rates in Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 75, 153-196. <https://doi.org/10.13043/dys.75.4>
- Castillo-Robayo, C. D. y García-Estévez, J. (2019). Desempleo juvenil en Colombia: ¿la educación importa? *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(1), 101-127. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.1.7>
- Chawla, M., Betcherman, G. y Banerji, A. (2007). *From red to gray: the "third transition" of aging populations in Eastern Europe and the former Soviet Union*. World Bank Publications. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7129-9>
- Cimoli, M. (2005). *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. CEPAL/BID.
- Cimoli, M. y Porcile, G. (2013). *Tecnología, heterogeneidad y crecimiento: una caja de herramientas estructuralista*. CEPAL. <https://biblioguias.cepal.org/portalprebisch/SXXI/heterogeneidadestructural>
- DANE -Departamento Administrativo Nacional de Estadística-. (2022a). *Censo Poblacional*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- DANE -Departamento Administrativo Nacional de Estadística-. (2022b). *Producto Interno Bruto*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>
- Eggert, W., Krieger, T. y Meier, V. (2010). Education, unemployment and migration. *Journal of Public Economics*, 94(5-6), 354-362. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.01.005>
- Elhorst, J. P. (2003). The mystery of regional unemployment differentials: Theoretical and empirical explanations. *Journal of Economic Surveys*, 17(5), 709-748. <https://doi.org/10.1046/j.1467-6419.2003.00211.x>
- Escofier, B. y Pagès, J. (1998). *Analyses factorielles simples et multiples*. Dunod.
- Fleisher, B. M. y Rhodes, G. (1976). Unemployment and the labor force participation of married men and women: A simultaneous model. *The Review of Economics and Statistics*, 58(4), 398-406. <https://doi.org/10.2307/1935871>
- Gobernación de Antioquia. (2019). *Encuesta de Calidad de Vida*. <https://antioquia.gov.co/index.php/encuesta-calidad-de-vida-2019>
- Gomes, F. A. R. y da Silva, C. G. (2009). Hysteresis versus NAIRU and convergence versus divergence: The behavior of regional unemployment rates in Brazil. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 49(2), 308-322. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2007.03.009>
- Gürler, C. (2022). Cluster Analysis with R Programming. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 341-366. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1227364>

- Johnson, R. A. y Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis: Fourth Edition*. Pearson Prentice Hall.
- Kassambara, A. (2017). *Cluster Analysis in R - Unsupervised Machine Learning*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Kassambara, A. y Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Lanzafame, M. (2010). The nature of regional unemployment in Italy. *Empirical Economics*, 39(3), 877-895. <https://doi.org/10.1007/s00181-009-0331-5>
- Lerman, R. I. y Schmidt, S. R. (1999). *An overview of economic, social, and demographic trends affecting the US labor market*. Urban Institute Washington, DC.
- Lottmann, F. (2012). *Explaining regional unemployment differences in Germany*. Humboldt-Universität zu Berlin. <https://doi.org/10.18452/4399>
- Martínez Gómez, C. (2013). *Descenso de la fecundidad, participación laboral de la mujer y reducción de la pobreza en Colombia, 1990 - 2010*. Ministerio de Salud y Protección Social.
- Mauro, P. y Spilimbergo, A. (1999). How do the skilled and the unskilled respond to regional shocks? The case of Spain. *IMF Staff Papers*, 46(1), 1-17. <https://doi.org/10.2307/3867632>
- Mesa Callejas, R. J., López González, M. y González Henao, J. (2009). *Medición y características del mercado laboral del Municipio de Rionegro, Antioquia*. Universidad de Antioquia.
- Moretti, E. (2010). Local multipliers. *American Economic Review*, 100(2), 373-377. <https://doi.org/10.1257/aer.100.2.373>
- Okun, A. M. (1962). *Potential GNP: Its measurement and significance*. Yale University.
- Ortega, J. (2000). Pareto-improving immigration in an economy with equilibrium unemployment. *The Economic Journal*, 110(460), 92-112. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00492>
- Pagès, J. (2014). *Multiple Factor Analysis by Example Using R*. Chapman and Hall. <https://doi.org/10.1201/b17700>
- Perazzi, J. R. y Merli, G. O. (2017). Análisis de la estructura del mercado laboral en Colombia: un estudio por género mediante correspondencias múltiples. *Cuadernos de Economía*, 40(113), 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2016.02.002>
- Pissarides, C. A. y Wadsworth, J. (1989). Unemployment and the inter-regional mobility of labour. *The Economic Journal*, 99(397), 739-755. <https://doi.org/10.2307/2233768>
- PNUD –Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo–. (2013a). *Mercado de Trabajo en Antioquia*. Red ORMET.
- PNUD –Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo–. (2013b). *Mercado Laboral en la Subregión del altiplano del Oriente Antioqueño*. Red ORMET.
- Rincón-Zapata, C., Gutiérrez-Loaiza, A., Álvarez-Valle, W. A. y Restrepo-Ruiz, A. L. (2020). *Aproximación a la oferta laboral en oriente antioqueño en tiempos de pandemia*. Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente. <https://doi.org/10.47286/789585518414>
- Rincón-Zapata, C., Restrepo-Ruiz, A. L. y Álvarez-Valle, W. A. (2019). *El mercado laboral en el Oriente Antioqueño: una caracterización de la oferta laboral en seis municipios*. Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente. <https://doi.org/10.47286/9789585518094>
- Robinson, J. A. (2016). La miseria en Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 76, 9-90. <https://doi.org/10.13043/DYS.76.1>

- Sánchez, C. (2019). *Concentración de tierras, paz territorial e impuesto predial rural en Antioquia*. Universidad de Antioquia.
- Uhlig, H. (2006). Regional labor markets, network externalities and migration: The case of German reunification. *American Economic Review*, 96(2), 383-387. <https://doi.org/10.1257/000282806777212260>
- Walden, M. L. (2012). Explaining differences in state unemployment rates during the great recession. *Journal of Regional Analysis & Policy*, 42(3), 251-257.
- Woods, J. F. y Leary, C. J. O. (2006). *Conceptual Framework for an Optimal Labour Market Information System: Final Report*. Upjohn Institute for Employment Research. <https://doi.org/10.17848/tr07-022>



Este trabajo está bajo la licencia Atribución-No-Comercial 4.0 Internacional

¿Cómo citar este artículo?

Álvarez-Valle, W., Torres-Gorrón, J. E., Sánchez-Salazar, C. y Quintero-Gómez, L. F. (2024). Análisis exploratorio de la heterogeneidad del desempleo en el Departamento de Antioquia, Colombia. *Sociedad y Economía*, (53), e10313008. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i53.13008>