



## Desbalances en las estructuras centro-periferia de la red de comercio internacional: una perspectiva desde el estructuralismo latinoamericano y las ciencias de la complejidad

J. C. Higuera | [iD](#) Universidad Nacional de Colombia (Colombia)  
D. A. Heredia | [iD](#) Universidad Nacional de Colombia (Colombia)  
Gabriel Camacho-Cabrera | [iD](#) Universidad Nacional de Costa Rica (Costa Rica)  
L. E. Higuera | [iD](#) Universidad Nacional de Colombia (Colombia)  
Manu Barros | [iD](#) Universidad Nacional de Colombia (Colombia)  
Guillermo Coronado | [iD](#) Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú)

**RESUMEN** A partir del lugar que tienen los países en la balanza de poder comercial, respecto al resto del mundo, se estimaron estructuras centro-periféricas, las cuales son estudiadas para ampliar el concepto de desbalance estructural más allá de la balanza comercial, incluyendo la diversidad y el peso de los productos transaccionados. A través de este enfoque, se exploran empíricamente postulados del estructuralismo latinoamericano. Los hallazgos respaldan parcialmente sus hipótesis, revelando que el centro tiende a exportar productos más diversificados y ligeros que la periferia, lo que sugiere una mayor sofisticación de los mismos. Sin embargo, contrario a sus predicciones teóricas, no se evidencia un estado constante de superávit comercial en el centro, ni déficit en la periferia.

**PALABRAS CLAVE** Comercio internacional, economía de la complejidad, estructuralismo latinoamericano, desbalance estructural, redes complejas.

FECHA DE RECEPCIÓN 26/07/2023 FECHA DE REVISIÓN 12/09/2023 FECHA DE APROBACIÓN 18/09/2023

### Unbalances in the core-periphery structures of the World Trade Network: A perspective from Latin American Structuralism and Complexity Sciences

**ABSTRACT** Based on the place of countries in the Balance of Trade Power with respect to the rest of the world, center-peripheral structures were estimated, which are studied to expand the concept of structural imbalance beyond the Balance of Trade, including the diversity and weight of transacted products. Through this approach, postulates of Latin American Structuralism are empirically explored. The findings partially support their hypotheses, revealing that the center tends to export more diversified and lighter products than the periphery, suggesting greater product sophistication. However, contrary to their theoretical predictions, there is no evidence of a constant state of trade surplus in the center or deficit in the periphery.

**KEY WORDS** International trade, complexity economics, latin american structuralism, structural unbalance, complex networks..

**JEL CODES** C65, F02, F14, F63, O19

## INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1980 e impulsado por la liberalización del comercio, la desregulación de los mercados financieros y los mercados laborales empezó un proceso que se ha conocido como la segunda globalización. Este proceso se ha caracterizado por una rápida integración económica y ha tenido la consecuencia de generar una mayor interdependencia entre los países a nivel económico, lo que ha llevado a la aparición de crisis económicas globales por primera vez en la historia (Comín, 2014, cap. 9). Esta interdependencia ha influido en la sincronización de los ciclos económicos, la cual depende de factores como la simetría en la estructura productiva, la vinculación financiera (Delgado *et al.*, 2020) y la integración económica. Sobre este último factor, en particular, se ha observado que existe una correlación negativa entre las barreras al comercio y la sincronización de los ciclos de auge y crisis (Frankel y Rose, 1998).

En este contexto, la red de comercio internacional desempeña un papel crucial al articular diversos flujos en la producción capitalista global. Su estructura de conectividad está sujeta a la lógica de acumulación de capital y búsqueda de rentabilidad, por ello refleja la jerarquía del poder económico entre los países que la conforman. En concreto, las asimetrías de poder en la red de comercio internacional evidencian una estructura de centro-periferia (Gala *et al.*, 2017; Kostoska *et al.*, 2020; Smith y Sarabi, 2022), tal como sugiere la literatura del estructuralismo latinoamericano (Prebisch, 1949).

Desde que se introdujo el análisis de redes complejas como herramienta de estudio del comercio internacional, el análisis de estructuras centro-periferia ha tenido un papel central (Zhou *et al.*, 2016). A pesar de su relevancia, la temática continúa en investigación, aprovechando enfoques, datos y metodologías alineadas con progresos en la ciencia de redes y la economía de la complejidad. Esta perspectiva ofrecida por los sistemas complejos proporciona un marco vital para evaluar hipótesis en la economía del desarrollo y la teoría del comercio internacional, incluyendo perspectivas heterodoxas (Gala *et al.*, 2020; Cajas-Guijarro, 2023). Así, se interpreta la complejidad del capitalismo en términos de dinámicas no lineales, jerarquías y patrones emergentes, originados por la interacción entre agentes y organizaciones en diversas escalas de un sistema económico que se entiende como un sistema complejo (Farmer, 2012; Cajas-Guijarro, 2023, p. 2).

El presente artículo tiene como objetivo, por medio de la definición e introducción de la balanza de entropía y la balanza de material, en compañía con la balanza comercial, extender el concepto de desbalance estructural planteado por el estructuralismo latinoamericano. Esta extensión se usa para poner a prueba de forma empírica algunas afirmaciones respecto a las estructuras centro-periferia que se han propuesto desde el estructuralismo latinoamericano (Aguilar-Monteverde, 1967; Prebisch, 1949, 1986), las cuales pueden resumirse de la siguiente forma:

- La periferia en comparación al centro exporta más materias primas o *commodities* y menos productos manufacturados.
- Unos pocos artículos suelen tener una gran importancia relativa en la exportación de los países periféricos.
- En el caso de la periferia, los precios a los que se exporta son inferiores a los pre-

cios a los que exporta el centro, lo que origina una desfavorable relación de intercambio que termina poniendo en déficit la balanza comercial de la periferia respecto al centro.

- Los países de la periferia presentan dependencia económica del centro, por lo que el capital extranjero ejercerá gran influencia sobre los mismos.

Para abordar estas afirmaciones desde la perspectiva del comercio internacional, tomamos como punto de partida la identificación de estructuras centro-periferia propuesta por Cajas-Guijarro (2023) con base en la definición de una balanza de poder comercial construida a partir de un modelo de flujos de dinero sobre la red de comercio internacional, esto teniendo en cuenta la propensión diferencial a importar de los países y el tamaño de sus economías. Esta identificación de las estructuras centro-periferia en función del poder comercial está en consonancia con la última afirmación expuesta anteriormente del estructuralismo latinoamericano. Para contrastar con las otras afirmaciones se definieron una serie de balanzas que describen de forma macroscópica la diversidad de productos y cantidad de material transaccionada por los mismos, para de esta forma contrastar el comportamiento de estas transacciones con las estructuras centro-periferia y así aproximarnos a aceptar o rechazar las afirmaciones del estructuralismo latinoamericano.

Este artículo se organiza en siete secciones: i) introducción; ii) marco teórico, iii) revisión de literatura; iv) metodología; v) resultados; vi) discusión; y vii) conclusiones. En la introducción se da el contexto en el que se enmarca este trabajo, el marco teórico introduce los fundamentos teóricos desde el estructuralismo latinoamericano y los sistemas complejos, la revisión de literatura ofrece un panorama general de la literatura alrededor del estudio de estructuras centro-periféricas en las redes de comercio internacional con herramientas de las ciencias de la complejidad, en la metodología se expone el origen y procesamiento de los datos utilizados, en los resultados se comentan patrones sugeridos por las gráficas de las balanzas estimadas y las tablas expuestas, finalmente, en la discusión y conclusiones se contrastan algunos de los resultados con evidencia empírica previa y algunos postulados del estructuralismo latinoamericano.

## MARCO TEÓRICO

### ESTRUCTURALISMO LATINOAMERICANO

El estructuralismo latinoamericano nace como una vertiente de la economía del desarrollo o estructuralista anglosajona surgida en la década de 1940, que concebía al desarrollo como la «transformación radical de la estructura económica de los países hacia la sofisticación de la fábrica productiva» (Gala *et al.*, 2017. p. 635) y que, por lo tanto, consideraban la industrialización como indispensable para lograr el desarrollo económico. La vertiente latinoamericana de este enfoque, asociada directamente a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de la ONU (CEPAL) y al trabajo de Raúl Prebisch y Celso Furtado, se enfoca, de manera más específica, en

los obstáculos que enfrenta esta región para lograr la industrialización, producto de su posición periférica en la economía global.

La mirada «centro-periferia» que estos teóricos introdujeron hace así referencia al poder que los países del centro han ejercido mediante «el control de los procesos científicos y tecnológicos que aseguran su predominio en las esferas cultural, económica y político-militar» (Di Filippo, 2009, p. 195). Bajo este marco general, Prebisch (1986) formula una dura crítica a la teoría neoclásica del comercio internacional que enfatiza los beneficios de la división internacional del trabajo. Esta teoría, señala el autor, parte de una premisa falsa, según la cual «el fruto del progreso técnico tiende a repartirse parejamente entre toda la colectividad» y, por lo tanto, América Latina obtendría su parte de este fruto especializándose en la exportación de materias primas (Prebisch, 1986, p. 5).

De acuerdo con Prebisch, esta premisa ha sido refutada empíricamente, y tiene que ver con el hecho de que los precios de los productos primarios son más volátiles que los de las manufacturas y, a la larga, la demanda final de estas últimas crece a un ritmo mayor (Di Filippo, 2009, p. 196), lo que se conoce como la *hipótesis de Singer-Prebisch* sobre los términos decrecientes de intercambio, según la cual, a largo plazo, el precio de las exportaciones latinoamericanas será relativamente menor al de sus importaciones, debido al punto recientemente explicado. Todas estas condiciones bloquean el desarrollo de América Latina, cuya situación se reproduciría, manteniendo un crecimiento impulsado por exportaciones primarias, sector caracterizado por la inexistencia de un desarrollo técnico endógeno, lo cual lleva a una menor productividad (en comparación con el sector industrial) y, por ende, a menores salarios (Gala *et al.* 2017).

En síntesis, el estructuralismo latinoamericano postula así que «a pesar de la difusión de la modernidad, el atraso y las grandes diferencias de productividad laboral entre sectores y subsectores económicos, y entre regiones y segmentos de la población, tienden a mantenerse y a veces a ampliarse» (Gala *et al.*, 2017, p. 638). Por lo tanto, sostener la perspectiva del estructuralismo latinoamericano implica, como se dijo anteriormente, seguir encontrando empíricamente en la actualidad una estructura centro-periferia en el comercio internacional, con una periferia caracterizada por una baja diversificación en sus exportaciones, principalmente caracterizadas por tratarse de bienes primarios y venderse a un menor precio que las diversas manufacturas que exporta el centro.

### LA ECONOMÍA COMO UN SISTEMA COMPLEJO

El estudio de los sistemas complejos proporciona un marco general que se ha utilizado para abordar la dinámica intrincada de diversos sistemas, incluido el sistema económico internacional. Si bien la definición de lo que constituye un sistema complejo es un área de constante debate, hay un consenso generalizado en la comunidad científica: los sistemas complejos están compuestos por múltiples entidades que interactúan entre sí, dando lugar a fenómenos emergentes (Bianconi *et al.*, 2023, p. 3; Farmer, 2012, p. 3). Esta perspectiva nos lleva a entender que el análisis de tales sistemas se centra en cómo las interrelaciones entre sus partes afectan y configuran la dinámica del sistema en su conjunto.

Para abordar efectivamente estos sistemas, es esencial detallar la estructura heterogénea de interacciones entre sus componentes. Esta descripción a menudo se logra utilizando herramientas matemáticas como los grafos (Bianconi *et al.*, 2023, p. 5), definidos por un conjunto de nodos y enlaces entre esos nodos, lo que en el contexto económico puede traducirse como agentes económicos e interacciones económicas entre estos agentes; estas interacciones pueden representar, por ejemplo, los flujos de dinero, productos o tendencias de comercio entre los agentes. Siguiendo esta línea, surge el término «complejidad capitalista», que encapsula las dinámicas, jerarquías y patrones emergentes generados por las interacciones entre las estructuras económicas y políticas inherentes al capitalismo (Cajas-Guijarro, 2023, p. 2). En concreto este artículo se enmarca en el estudio de la complejidad capitalista.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La literatura que aborda las redes de comercio internacional desde el enfoque de las redes complejas ha avanzado significativamente en las últimas décadas. Un referente en este campo es el artículo de Serrano y Boguñá (2003), quienes analizaron la topología de la Red Mundial de Comercio, conocida por sus siglas en inglés como WTN. Descubrieron que su estructura se asemeja a la red mundial de internet en cuanto a ser una red libre de escala con una configuración jerárquica. Notoriamente, concluyeron que la WTN es desasortativa; es decir, las naciones con roles comerciales prominentes suelen vincularse con aquellos menos interconectados. Estas características resaltan la influencia de la autoorganización en la configuración de la WTN, evidenciando cómo la globalización ha transformado el sistema de comercio global en una entidad compleja autoorganizada que debe ser considerada como un todo (Serrano y Boguñá, 2003, p. 4).

Recientemente, se ha aplicado el análisis de redes complejas en varios estudios para identificar estructuras centro-periferia. Gala *et al.* (2017), por ejemplo, examinó la red de comercio internacional de 2013, abarcando 101 países y 762 productos desde una perspectiva estructuralista. Utilizando un algoritmo diseñado por Newman (2010) para calcular coeficientes de ley de potencias, descubrieron evidencia de «hubs» o nodos altamente centrales. Estos nodos centrales, en línea con las predicciones estructuralistas, corresponden a países con una estructura productiva compleja, observación que se consolidó al comparar esta centralidad con los datos de complejidad económica disponibles en el *Atlas of Economic Complexity*.

Al desglosar el análisis por tipo de producto, observaron que los países desarrollados tienden a ser centrales para productos de alta complejidad. En contraste, para productos de baja complejidad, los nodos centrales suelen ser países menos desarrollados. Finalmente, un análisis de regresión evidenció una correlación significativa entre la centralidad de un país (medida por el número de aristas asociadas) y tanto su PIB per cápita como su nivel de complejidad económica.

De manera similar, Kostoska *et al.* (2020), analizan la red de comercio internacional para los años 2000, 2005, 2009, 2012 y 2016 para 133, 129, 130, 129 y 124 países en cada uno de estos años, respectivamente. En este trabajo, los autores desarrollan un nuevo algoritmo de partición de redes, y encuentran que, al ser aplicado a la muestra

mencionada, esta evidencia una estructura jerárquica de bloques en la cual, mientras el centro se asocia fuertemente con un PIB per cápita elevado, esto no sucede en los bloques periféricos, donde hay un mayor efecto de la proximidad geográfica, es decir, que el comercio a estos niveles está significativamente regionalizado alrededor de acuerdos de libre comercio (Kostoska *et al.*, 2020, p. 15).

En otro trabajo reciente, Smith y Sarabi (2022) analizan la red de comercio internacional para el año 2017 utilizando un modelo de grafos aleatorios exponenciales, el cual permite explicar la formación de una red sobre la base de sus microestructuras y los atributos de sus nodos, entre los cuales resalta en este caso el PIB per cápita como indicador de desarrollo. Mediante esta metodología, los autores encuentran diferencias en el comportamiento del centro y la periferia, las cuales se expresan, sobre todo, en los patrones de exportación de bienes de baja tecnología, ya que, mientras son las economías más grandes de la periferia (según su PIB) quienes se especializan en la exportación de estos bienes, en el centro esto sucede, por el contrario, con sus economías más pequeñas.

Según Hartmann *et al.* (2020), tal como sugiere el estructuralismo latinoamericano, la estructura jerárquica del comercio internacional está intrínsecamente ligada a la desigualdad de ingresos. Su estudio se realizó a partir de datos de 1962 a 2010 y su análisis se enfocó en el *Product Gini Index* (PGI). Se descubrió que naciones de América Latina, África y partes de Asia, a pesar de una diversificación inicial, exportan productos con alto PGI, reflejando una mayor desigualdad, mientras importan productos de menor PGI de regiones como Norteamérica y Europa. Este patrón, respaldado por la literatura reciente, sugiere que dicha estructura jerárquica puede limitar las posibilidades de desarrollo y conducir a desafíos en la producción de bienes con bajo PGI en países con ingresos medios pero desiguales.

En Latinoamérica, destaca el trabajo de Pérez-Oviedo *et al.* (2018), quienes estudian la integración latinoamericana desde un enfoque de redes. En su artículo, los autores destacan la consolidación de Estados Unidos como una potencia económica central dentro de la red de comercio mundial. Siguiendo una perspectiva geográfica, señalan el crecimiento comercial de China, el debilitamiento de Japón, el surgimiento de India y Corea del Sur, y la menor influencia relativa de Alemania y Europa Occidental. Además, subrayan que los centros han ampliado su influencia global, sin que ningún país de Latinoamérica o África haya alcanzado un estatus central.

Finalmente, un trabajo importante para este artículo es el de Pérez-Oviedo y Cajas-Guijarro (2019), en donde criticaron la carencia de significado económico en los anteriores modelos de red en la literatura. Para afrontar esto propusieron una metodología centrada en la estructura de la red de comercio internacional, el producto interno bruto (PIB) y la propensión marginal a importar. Su enfoque partió de analizar la influencia que tiene un país o grupo de países sobre el resto, esto por medio de estimar cómo un choque en el ingreso de un país afecta a otros, considerando la propagación de este choque a través de la red de comercio internacional. De esta forma, en lugar de centrarse en índices como la cantidad de vínculos o la intensidad de los mismos, construyeron índices de «centralidad», «cohesión» y «balance comercial intra-industrial», dándoles una interpretación económica clara. Sus hallazgos muestran una creciente centralización del comercio entre 1992 y 2015, dominada por unos pocos países, especialmente en Norteamérica y Europa Occidental, regiones que destacan por su elevada «centralidad», «cohesión» y «balance co-

**Tabla 1. Variables utilizadas para el cálculo de las balanzas estudiadas en este trabajo**

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	FUENTE
USD	Dinero transaccionado por determinada categoría de producto entre dos países en un año	Base de datos de comercio internacional a nivel de producto-BACI
Tm	Toneladas métricas transaccionadas en cierta categoría de producto entre dos países en un año	Base de datos de comercio internacional a nivel de producto-BACI
NE.IMP.GNFS.ZS	Importación de bienes y servicios como porcentaje del PIB, reflejando la propensión de un país a importar	Datos de libre acceso del Banco Mundial-DataBank
NY.GDP.MKTP.CD	PIB en términos nominales, que indica el ingreso total de un país	Datos de libre acceso del Banco Mundial-DataBank
NY.GDP.DEFL.ZS.AD	Deflactor del PIB en series encadenadas	Datos de libre acceso del Banco Mundial-DataBank

Nota: Estas variables fueron usadas para la construcción de las estructuras centro-periferia y la balanza de poder comercial, balanza comercial, balanza de entropía y balanza de material.

mercantil intra-industrial», además de sugerir la presencia de potenciales estructuras centro-periféricas regionales.

## METODOLOGÍA

### DATOS

A continuación se presenta una tabla que resume la descripción y fuente de las variables utilizadas para el desarrollo de este trabajo (ver Tabla 1).

Para este estudio se usaron datos de transacciones comerciales internacionales desde 1999 a 2021 obtenidos de la Base para el Análisis del Comercio Internacional (BACI) y algunos indicadores del Banco Mundial. BACI es una herramienta detallada de comercio internacional que cubre más de 200 países y 5.000 productos, la cual destaca por su nivel de detalle de productos, cobertura geográfica y conciliación de las transacciones asociadas a exportaciones e importaciones, lo que le dota de valores unitarios confiables, permitiendo análisis empíricos del comercio internacional con un enfoque estadístico exhaustivo y accesible (Gaulier y Zignago, 2010, p. 3).

Del Banco Mundial se seleccionaron tres indicadores económicos clave utilizando la plataforma de datos abiertos DataBank (Banco Mundial, 2023), los cuales permiten analizar el comportamiento comercial y la situación económica de los países en un contexto global. El primer indicador «NE.IMP.GNFS.ZS», representa la importación de bienes y servicios como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB), reflejando la propensión media de un país a importar. El segundo «NY.GDP.

MKTP.CD», denota el PIB a precios corrientes en dólares estadounidenses (USD), el cual indica el ingreso o producción total de un país en un año determinado. El tercer indicador «NY.GDP.DEFL.ZS.AD», representa el deflactor del PIB: series encadenadas (año de referencia 2013), el cual es utilizado para convertir a términos reales o de volumen las variables monetarias.

Tradicionalmente, para ajustar las variables nominales se recurre a los índices de precios ponderados compuestos que utilizan un período base fijo, con lo cual se busca transformar las series de precios corrientes a *precios constantes*, es decir, se recurre a fijar el valor del índice en un período para comparar el resto de observaciones con los precios de dicho año. Sin embargo, tal como señala el Banco Central de Costa Rica (s. f.), los índices compuestos con período base fijo presentan una serie de limitaciones que desaconsejan su uso bajo condiciones económicas regulares, pues si se trabaja con datos de series temporales para largos períodos, conforme se distancia el período en cuestión del período base, la medición del nivel general de precios se vuelve menos precisa, ya que presupone que estos se mantienen constantes, de manera estática.

No obstante, las ponderaciones fijas solo son apropiadas cuando la estructura relativa de precios no cambia con el tiempo. Por otra parte, los índices encadenados son un tipo de medición económica utilizada para calcular cambios en la producción real o los precios a lo largo del tiempo, estos presentan una alternativa a los índices ponderados fijos, que asumen que la estructura relativa de precios de la economía se mantiene constante. Los índices de precios encadenados, por otro lado, toman en cuenta los cambios en la estructura de precios mediante el uso de ponderaciones actuales y rezagadas para calcular la producción y los precios trimestrales o anuales.

Por esta razón, a nivel internacional se utilizan cada vez con mayor frecuencia los índices encadenados para ajustar los datos económicos por inflación, a diferencia de los anteriores estos implementan un período base móvil (Fondo Monetario Internacional, 2006), además se ha encontrado que los índices encadenados tienen mejores propiedades microeconómicas y pueden ayudar a mejorar las propiedades de simulación de los modelos de pronóstico macroeconómico (Lasky, 1998). Por consiguiente, se llevaron las series monetarias a *precios encadenados* utilizando el tercer indicador anteriormente mencionado del Banco Mundial.

## BALANZA DE PODER COMERCIAL

La balanza de poder comercial o en inglés *Balance of Trade Power* (*BTP*) definida por Cajas-Guijarro (2023, p. 172), refiere al poder estructural que ejerce un país o grupo de países a través de la red de comercio mundial. Esta magnitud, denotada por  $BTP_{g \rightarrow g'}$  es direccional y cuantifica el poder estructural del grupo sobre de forma tal que,

$$BTP_{g \rightarrow g'} = -BTP_{g' \rightarrow g} \quad (1)$$

La balanza de poder comercial  $BTP_{g \rightarrow g'}$  se construye en términos de la influencia comercial o en inglés *Trade Influence*, ( $TI_{g \rightarrow g'}$ ) que el país o grupo de países ejerce sobre  $g'$  y viceversa  $TI_{g' \rightarrow g}$ , así como del beneficio propio o retroalimentación comercial

relativa positiva, en inglés *Relative Trade Feedback*  $\{RT_i\}_{g,g'}$  que esta interacción trae para ambos grupos o países. Se define a partir de Cajas-Guijarro (2023, p. 173) de modo que,

$$BTP_{g \rightarrow g'} = RTF_g \cdot TI_{g \rightarrow g'} - RTF_{g'} \cdot TI_{g' \rightarrow g} \quad (2)$$

Así, mientras mayor sea  $BTP_{g \rightarrow g'}$ , mayor será la retroalimentación y la influencia de  $g$  sobre  $g'$ , comparadas con la retroalimentación y la influencia de  $g'$  sobre  $g$  (Cajas-Guijarro, 2023, p. 173).

Tanto la influencia como la retroalimentación comercial relativa  $RTF$  para  $g$  y  $g'$  se calculan promediando respecto a los ingresos de los grupos y agregando la información dada por la matriz de elasticidades  $E=[e_{ij}]$ , que se extrae de la red de comercio mundial y cuantifica la influencia comercial  $TI_{i \rightarrow j}=e_{ij}$  que un país  $i$  ejerce sobre otro  $j$ , esto por medio de estimar el aumento porcentual en el ingreso del país  $j$  debido al flujo de dinero que llega del país  $i$  a través de la red, tanto de manera directa como intermediada por otros países de la red (Cajas-Guijarro, 2023, p. 166).

La matriz de elasticidades  $E=[e_{ij}]$  viene de analizar en un período dado cómo un choque (shock) inicial  $Y_i$  igual al ingreso (PIB) del país  $i$  se difunde y distribuye sobre los nodos de la red de comercio. El modelo de Cajas-Guijarro (2023, p. 160) considera una propensión media a importar  $m_p$ , que dictamina la cantidad del dinero por shock, que cada país  $i$  destina para comerciar con sus vecinos. Así, aunando esto a un cálculo de todas las posibles rutas comerciales, para las que el dinero de  $i$  puede llegar a cualquier otro país  $j$ , Cajas-Guijarro (2023) puede calcular  $TI_{i \rightarrow j}=e_{ij}$  (p. 165).

Con esto en mente, la influencia comercial  $TI_{g \rightarrow g'}$  ( $TI_{g' \rightarrow g}$ ) que utiliza Cajas-Guijarro (2023) para la definición de la balanza de poder comercial  $BTP_{g \rightarrow g'}$ , se entiende en términos del aumento porcentual promedio del ingreso conjunto de los países del grupo  $g$  ( $g'$ ), causado por los flujos de dinero provenientes del ingreso del grupo  $g$  ( $g'$ ), tanto de manera directa como indirecta debido a los flujos de dinero en la red (Cajas-Guijarro, 2023, p. 167). La retroalimentación comercial  $\{RTF_i\}_{i=g,g'}$ , por su parte, sigue la misma lógica, analizando los aumentos en el ingreso del grupo  $g$  por el mismo grupo  $g$  debido a los retornos de la red (Cajas-Guijarro, 2023, p. 172).

## ESTRUCTURAS CENTRO PERIFERIA

En este estudio, se sigue el algoritmo propuesto por Cajas-Guijarro (2023) para identificar estructuras centro-periferia dentro de la red mundial de comercio, utilizando dos medidas importantes: la influencia comercial ( $TI$ ) y la balanza de poder comercial ( $BTP$ ). Estas medidas se utilizan de la siguiente forma (Cajas-Guijarro, 2023, p. 174):

1. Ordenar los países de mayor a menor influencia comercial  $[TI_i]$ , siendo  $i = 1, 2, \dots, N$  los países considerados.
2. Agrupar los países en conjuntos ordenados  $G = \{i \mid i < n\}$  con  $n < N$ .
3. Identificar los grupos de países  $G$  cuya balanza de poder comercial conjunta, en

comparación con el resto del mundo, sea máxima cuando se consideran juntos. Estos grupos se denominan estructuras centro-periféricas y se organizan en una jerarquía según su valor de balanza de poder comercial  $BTP_G$ .

Se inicia el proceso con el *nivel 1* ( $q=1$ ). En este nivel, se ordenan todos los países  $O_{q=1}$  según su influencia  $TI$  con respecto al resto del mundo, y así luego tomar los primeros  $n < N$  países como posibles centros ( $C_{q=1}$ ) y los restantes ( $N-n$ ) como posibles periferias ( $P_{q=1}$ ). Para cada conjunto, se calcula el  $BTP_{C \rightarrow P}$  asociado y se busca la partición que maximice este valor. Esta partición se convierte en el primer nivel de la jerarquía ( $q=1$ ) con su respectivo  $BTP_q$  (Cajas-Guijarro, 2023, p. 174).

Luego, se retiran los países involucrados en este primer nivel, actualizando  $q=2$  con los países restantes ( $O_{q=2}$ ), y se repite el proceso con la lista ordenada reducida  $[TI_i]$ , continuando con el proceso hasta que se hayan agotado todos los países de la red en el nivel  $q=q_f$ . Cada iteración lleva a un nivel más abajo en la jerarquía de poder comercial.

Una vez completado este algoritmo, se tendrán  $q_f$  niveles en la jerarquía centro-periférica de la red mundial de comercio para un período específico. Cada nivel tendrá su propio valor  $BTP_q$  asociado. De lo anterior se puede calcular un gradiente centro-periferia reescalando los valores de  $BTP$  para cada estructura  $q$  en relación con el valor máximo encontrado  $\max \{BTP_q \mid q=1, \dots, q_f\}$ . Finalmente para la partición de los países en un centro y una periferia, se dividieron estos niveles en dos grupos: los que están por encima del valor promedio de  $BTP$  para un período dado se consideraron como *centro*, y los que están por debajo se denominaron *periferia*.

### BALANZA COMERCIAL

La balanza comercial o exportaciones netas, refiere a la diferencia entre la cantidad de dinero obtenido por exportaciones, menos la cantidad de dinero gastado en importaciones en un período determinado (Carbaugh, 2004). De tal forma que países con balanzas comerciales positivas, se consideran en superávit y por lo tanto están ganando dinero de su actividad en el comercio internacional, mientras que valores negativos denotan que se está en déficit, es decir, perdiendo dinero.

### BALANZA DE ENTROPÍA

Con el fin de extender la noción de desbalance estructural más allá de la balanza comercial y evaluar la afirmación del estructuralismo latinoamericano que *unos pocos artículos suelen tener una gran importancia relativa en la exportación de los países periféricos*, se cuantificó la diferencia en la diversidad de productos exportados e importados. Existen diversos índices para cuantificar la diversidad en un sistema, en este trabajo, se hace uso de la entropía de Shannon ( $S$ ). El uso de esta medida para cuantificar la diversidad ha sido ampliamente extendido en biología (Leinster y Meckes, 2016) y recientemente ha tomado un carácter formal (Leinster, 2021). Basado en esto, en este trabajo se define la balanza de entropía ( $BE$ ) para cuantificar la diferencia en la diversidad de productos exportados e importados en la red de comercio mundial.

Para calcular la  $BE_g$  de un país o grupo de países  $g$ , es necesario calcular la entropía  $S_g$  de la distribución de probabilidad  $F_g(p)$  por categoría de producto  $p$  de las exportaciones  $F_g^{out}(p)$  e importaciones  $F_g^{in}(p)$  del país o conjunto de países  $g$  de interés, y luego realizar la diferencia,

$$BE_g = S_g^{out} - S_g^{in} \quad (3)$$

Donde la entropía de Shannon se define como  $S_g = -\sum_p F_g(p) \ln [F_g(p)]$ . Para una descripción más en detalle de cómo calcular estas distribuciones y entropía, véase Teza et al. (2021). Esta balanza es tal que valores positivos denotan que el país o conjunto de países exportan una mayor diversidad de productos de los que importan, por lo que pueden clasificarse como fuentes de diversidad, y aquellos que tengan valores negativos como consumidores.

### BALANZA DE MATERIAL

En el estudio del flujo de materiales en economía, una suposición central es la conservación de la masa, es decir, que la cantidad total de material o recurso que ingresa a un sistema, debe ser igual a la cantidad total que sale, más la acumulación (Durney y Simonis, 1997, p. 39). Partiendo de esto, con el objetivo de ampliar la noción de desbalance estructural del estructuralismo latinoamericano y de aproximarnos a evaluar la afirmación de que *la periferia en comparación al centro exporta más materias primas o commodities y menos productos manufacturados*, se define en este trabajo la balanza de material, la cual se calcula como la cantidad de toneladas exportadas menos las importadas. De esta forma se cuantifica la ganancia o pérdida de material por los países en sus transacciones en el comercio internacional. Cuando esta balanza toma valores positivos, indica que el país o grupo de países está exportando más material del que importa, por lo que está perdiendo material, en el caso de tomar valores negativos, se tiene el caso contrario.

### TEST ESTADÍSTICO

Dado que la distribución subyacente a las transacciones comerciales entre países no sigue comportamientos gaussianos, sino que muestra una distribución con una cola larga que se ha reportado como fractal (Gala et al., 2017), se tiene que el uso de técnicas de significancia estadística debe hacerse considerando que algunas variables se distribuyen de forma no-gaussiana, y que incluso puedan tener momentos asociados infinitos; este último caso presenta particular dificultad cuando el segundo momento de la distribución, asociado a la varianza, es infinito, puesto que no se cumple el teorema del límite central (Chernick, 2011, p.175).

Para afrontar estas dificultades, se utilizó como test para la diferencia de medias y varianzas, *bootstrapping* con 100.000 muestreos sub-sampled con un intervalo de confianza del 95%, el cual se ha demostrado como un enfoque válido para el uso de *bootstrapping* en distribuciones de cola larga y particularmente leyes de potencia con varianza infinita (Chernick, 2011, p. 177). A partir del *bootstrapping* se obtuvo un

intervalo de confianza y un valor- $p$ , de los cuales para aceptar la significancia estadística de la diferencia de medias y varianzas se tomó como criterio que el valor- $p$  fuera menor a 0,05 y que el intervalo de confianza no incluyera el valor asociado a la hipótesis nula (Chernick, 2011, p. 65), donde se tomó como hipótesis nula que la diferencia entre medias y varianzas sea cero.

## RESULTADOS

En esta sección se presentan diversas figuras que ilustran la relación entre la balanza comercial, la balanza de entropía, la balanza de material y el gradiente centro-periferia construido a partir de la balanza de poder comercial, además de tablas que resumen sus medias aritméticas, desviaciones estándar y diferencias, junto a los resultados de su significancia estadística. Los puntos en estas figuras representan estructuras centro-periferia halladas en cada año entre 1999 y 2021, el color indica su posición en el gradiente centro-periferia y su tamaño es proporcional a la balanza de poder comercial, de tal forma que las circunferencias de mayor diámetro y color rojo denotan una mayor proximidad al centro y un mayor poder comercial sobre el resto del mundo.

A continuación, se describen las figuras y los hallazgos clave de cada una. En cada gráfica se incluyen dos líneas negras (horizontal y vertical) que señalan los puntos de transición de negativo a positivo en cada balanza, además se presentan dos líneas de color (rojo y azul) centradas en áreas sombreadas que marcan, respectivamente, el valor promedio y la desviación estándar de la medida que está en el eje vertical para los grupos de niveles identificados como centro (rojo) y periferia (azul) según lo presentado posteriormente (ver Figura 1).

De los resultados presentados en la figura 1 se encuentra que el promedio de la Balanza de Entropía para el centro presenta un valor significativamente mayor que la periferia y una desviación estándar significativamente menor, tal como se evidencia en la tabla 3 (ver Figura 2).

En la figura 2 se evidencia que la periferia tiene en promedio una balanza de material positiva, la cual es significativamente mayor que la balanza de material del centro. A su vez, la desviación estándar del centro para esta misma balanza es significativamente mayor que la de la periferia. Resalta que las estructuras que tienden al superávit en la balanza de entropía, tienden también al déficit en la balanza de material (ver Figura 3).

Finalmente, en los resultados expuestos en la figura 3 se encontró que el centro y la periferia no presentan una diferencia significativa en las medias de sus balanzas comerciales, sin embargo, la desviación estándar del centro es significativamente mayor que la de la periferia (ver Tabla 2).

Los resultados de las agrupaciones centro-periferia presentados en estas gráficas se encuentran numéricamente en la tabla 2, junto a los resultados de la balanza de poder comercial. Respecto a esta es posible afirmar que el centro presenta una balanza de poder comercial mayor tanto en promedio como en desviación estándar que la periferia. Los resultados de la diferencia de medias y desviaciones estándar para la balanza comercial, de entropía y de material, junto con su respectivo valor- $p$  e intervalo de confianza se encuentran en la siguiente tabla (ver Tabla 3).

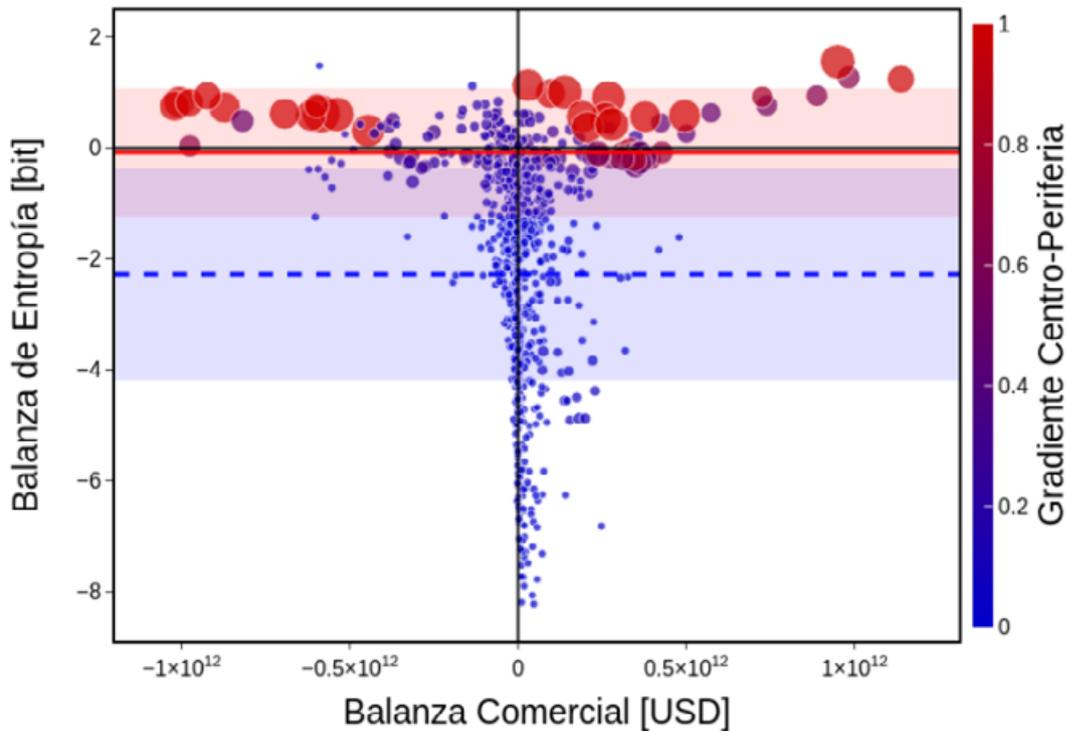
**Tabla 2. Medidas de tendencia central para las balanzas en la estructura centro-periferia de la red de comercio internacional (1999-2021)**

BALANZA	CENTRO		PERIFERIA	
	MEDIA	DESV. EST.	media	DESV. EST.
Poder comercial	0,4835	0,4487	0,0082	0,0162
Entropía [bits]	-0,0806	1,1538	-2,2837	19,086
Comercial [billones USD]	0,0290	0,4096	-0,0039	0,0930
Material [Ton. métricas]	-0,3911	0,53696	0,0603	0,3329

Nota: valor promedio y desviación estándar de las balanzas estudiadas desde 1999 al 2021, para los grupos de niveles identificados como centro (rojo) y periferia (azul) según se encontraran por encima y por debajo de su balanza de poder comercial promedio anual, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Base para el Análisis del Comercio Internacional (CEPII-BACI) y DataBank (Banco Mundial).

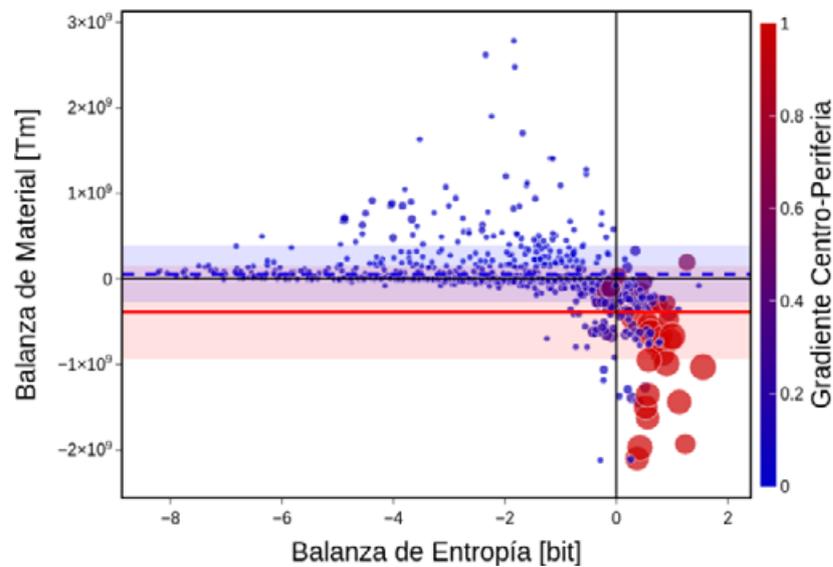
**Figura 1. Balanza comercial versus Balanza de entropía en la estructura centro-periferia de la red de comercio internacional (1999-2021)**



Nota: Balanza Comercial y de Entropía de las estructuras centro-periféricas halladas por año entre 1999 y 2021. Se representa la media aritmética (líneas coloreadas) y la desviación estándar (áreas sombreadas) hallado para las estructuras centro ( $\bar{X}=-0,0806$  bit;  $s = 1,1538$  bit) en rojo, y periferia ( $\bar{X}=-2,2837$  bit;  $s = 1,9086$  bit) en azul, respecto a su Balanza de Entropía. La diferencia de medias y desviaciones estándar entre el centro y la periferia para la Balanza de Entropía se encontró significativa (ver Tabla 3).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Base para el Análisis del Comercio Internacional (CEPII-BACI) y DataBank (Banco Mundial).

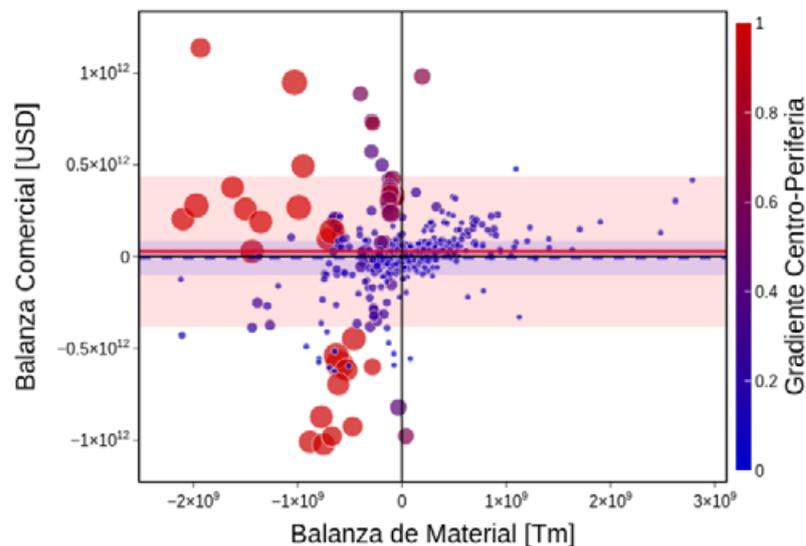
**Figura 2. Balanza de entropía versus Balanza de material en la estructura centro-periferia de la red de comercio internacional (1999-2021)**



Nota: Balanza de Entropía y de Material de las estructuras centro-periféricas halladas por año entre 1999 y 2021. Se representa la media aritmética (líneas coloreadas) y desviación estándar (áreas sombreadas) hallado para las estructuras centro ( $\bar{X}=-0,3911 \times 10^9$  Tm;  $s=0,5396 \times 10^9$  Tm) en rojo, y periferia ( $\bar{X}=0,0603 \times 10^9$  Tm;  $s=0,3329 \times 10^9$  Tm) en azul, respecto a su Balanza de Material. La diferencia de medias y desviaciones estándar para la Balanza de Toneladas entre el centro y la periferia se encontró significativa (ver Tabla 3).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Base para el Análisis del Comercio Internacional (CEPII-BACI) y DataBank (Banco Mundial).

**Figura 3. Balanza de material versus Balanza comercial en la estructura centro-periferia de la red de comercio internacional (1999-2021)**



Nota: Balanza de Materia y Comercial de las estructuras centro-periféricas halladas por año entre 1999 y 2021. Se representa la media aritmética (líneas coloreadas) y desviación estándar (áreas sombreadas) hallado para las estructuras centro ( $\bar{X}=0,0290 \times 10^9$  USD;  $s=0,4096 \times 10^9$  USD) en rojo, y periferia ( $\bar{X}=-0,0039 \times 10^9$  USD;  $s=0,0930 \times 10^9$  USD) en azul, respecto a su Balanza Comercial. La diferencia de medias en la Balanza Comercial para los dos grupos se encontró no significativa, mientras que la diferencia de desviaciones estándar sí (ver Tabla 3).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Base para el Análisis del Comercio Internacional (CEPII-BACI) y DataBank (Banco Mundial).

**Tabla 3. Resultados de la prueba estadística con *bootstrapping* subsampleado para la diferencia de medias y desviaciones estándar en las balanzas para el centro y periferia**

BALANZA	DIFERENCIA DE MEDIAS	VALOR-P	INTERVALO DE CONFIANZA (95%)	DIFERENCIA DE DESVIACIONES ESTÁNDAR	VALOR-P	INTERVALO DE CONFIANZA (95%)
Comercial (billones USD)	3,2949 x 10 <sup>10</sup>	0,02295	(-0,4236, 1,0648) x 10 <sup>11</sup>	3,1492 x 10 <sup>10</sup>	0,00001	(2,4793, 3,7495) x 10 <sup>11</sup>
Entropía (bits)	2,2030	0,00001	(1,9499, 2,4385)	-0,7586	0,00001	(-1,1403, -0,4444)
Material (Ton. métricas)	-45136 x 10 <sup>8</sup>	0,00001	(-5,5292, -3,5175) x 10 <sup>8</sup>	2,046 x 10 <sup>8</sup>	0,00296	(0,9349, 3,0837) x 10 <sup>8</sup>

Nota: Para más información de la prueba estadística y de las condiciones para aceptar o rechazar la significancia ver metodología.

## DISCUSIÓN

Las estructuras centro-periferia aquí estudiadas se construyeron con base en la balanza de poder comercial, de tal forma que el centro corresponde a países con altos puntajes en su poder comercial, mientras la periferia está compuesta por países de bajos puntajes. Esto es concomitante con la afirmación presentada en la introducción, *en tanto los países de la periferia presenten dependencia económica del centro, el capital extranjero ejercerá gran influencia sobre los mismos*, por lo tanto, su relación con el resto de balanzas se manifiesta como una comprobación empírica de los postulados originarios por el estructuralismo latinoamericano.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el centro exhibe una balanza de entropía con una tendencia al superávit en comparación con la periferia, al igual que una balanza de material en déficit. Estas observaciones respaldan indirectamente la afirmación del estructuralismo latinoamericano de que la periferia exporta más materias primas y menos productos elaborados en comparación con el centro, puesto que está exportando productos menos diversos y más pesados. Sin embargo, dado que la balanza comercial del centro y la periferia están próximas a cero y la diferencia entre ambas no es significativa, los resultados de este trabajo no apoyan la afirmación de que el centro se encuentra en superávit comercial y la periferia en déficit.

El centro exhibe una desviación estándar en su balanza comercial que supera a la de la periferia, una situación influenciada por el extenso volumen de transacciones que realiza y por la presencia de Estados Unidos, identificado como uno de los países centrales por Pérez-Oviedo *et al.* (2018) y que, al ser un actor comercial dominante con un notable déficit en su balanza comercial (Gagnon, 2020), incide en que ciertas estructuras centrales también muestren un déficit en determinados años, lo que aumenta la heterogeneidad de los valores de balanza comercial para el centro y por lo tanto su desviación estándar.

La periferia por su parte muestra una desviación estándar en su balanza de entropía mayor

que la del centro, este resultado puede deberse a que si bien el centro exporta una gran diversidad de productos, también la importa, por lo que la diferencia entre ambas no toma valores tan heterogéneos, por su parte la periferia, que presenta patrones de exportación poco diversos, aun así debe importar una diversidad mínima de productos, puesto que al tener un mercado interno menos consolidado estos se relacionan con la satisfacción de diversas necesidades humanas y productivas locales. Esto podría explicar la gran heterogeneidad en los valores de la balanza de entropía para la periferia, sin embargo debe confirmarse mediante la realización de estudios desagregados el verdadero grado de diversidad presente en las exportaciones e importaciones.

Finalmente, es importante resaltar que algunos hallazgos encontrados en este artículo son concomitantes con literatura existente. La mayor tendencia al superávit en la balanza de entropía para el centro, se relaciona con los resultados de Gala *et al.* (2017) acerca de los mayores valores de complejidad económica de países del centro, esto porque la diversidad de productos exportados es una de las magnitudes clave en la definición de índice de complejidad económica (Hidalgo y Hausmann, 2009). El déficit en la balanza de material para el centro y el superávit para la periferia, es una expresión del *intercambio ecológicamente desigual*, el cual se ha estudiado en el marco del estructuralismo latinoamericano para el caso de Colombia (Pérez-Rincón, 2006), en donde se afirma que la periferia es fuente de recursos para la producción del centro y se evidencia a partir de una balanza comercial física, que resulta equivalente a la balanza material aquí definida. Además de esto, los hallazgos en las medias de la balanza comercial para el centro y la periferia son consistentes con lo encontrado por Papadopoulos *et al.* (2023), donde se reportan los déficits y superávits comerciales de los países del centro, robusteciendo el hallazgo de que los países centrales no están necesariamente en superávit comercial.

## CONCLUSIONES

A modo de conclusión, este estudio proporciona evidencia empírica que respalda las hipótesis del estructuralismo latinoamericano sobre las estructuras centro-periferia en el comercio internacional. Los hallazgos revelan que los países del centro tienden a exportar productos más diversificados y ligeros en comparación con la periferia, lo que indica un mayor nivel de sofisticación en sus exportaciones. Esto se alinea con la noción de que los países del centro poseen un mayor nivel de desarrollo económico, capacidades tecnológicas y complejidad económica.

Sin embargo, contrariamente a las expectativas del estructuralismo latinoamericano, este estudio no encontró evidencia de un superávit comercial en el centro o un déficit comercial en la periferia. Esto sugiere que la visión tradicional de la relación centro-periferia en el comercio internacional puede necesitar ser reevaluada.

En general, este estudio proporciona información valiosa sobre las estructuras centro-periferia de la red de comercio mundial desde la perspectiva del estructuralismo latinoamericano y las ciencias de la complejidad. Asimismo, arroja luz sobre la dinámica del comercio internacional y ofrece herramientas para explorar las posibles implicaciones del desarrollo económico desigual. Investigaciones posteriores en esta área podrían explorar factores adicionales que influyen en los desequilibrios co-

merciales y profundizar en las complejas interacciones dentro de la red de comercio global para obtener una comprensión más completa de la relación centro-periferia.

## ANEXO

BACI - Base de datos de comercio internacional a nivel de producto: CEPII-BACIC.  
 DataBank - Datos abiertos del Banco Mundial: World Bank Open Data.  
 GitHub con los códigos y datos utilizados para generar los resultados de este trabajo:  
 GitHub - desbalances en estructuras c-p

## REFERENCIAS

- Aguilar-Monteverde, A. (1967). *Teoría y política del desarrollo latinoamericano*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Banco Central de Costa Rica. (s. f.). Cálculo de las Cuentas Nacionales utilizando índices encadenados y la extrapolación de la serie del PIB. Cuentas Nacionales de Costa Rica (año de referencia 2012), BCCR.
- Banco Mundial. (2023). *DataBank*. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/>
- Bianconi, G., Arenas, A., Biamonte, J., Carr, L. D., Kahng, B., Kertesz, J.,... and Yasseri, T. (2023). Complex systems in the spotlight: next steps after the 2021 Nobel Prize in Physics. *Journal of Physics: Complexity*, 4(1), 010201.
- Cajas-Guijarro, J. (2023). *Poder, crisis y periferias: cinco ensayos sobre la complejidad capitalista* (tesis de doctorado). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Carbaugh, R. J. (2004). *Economía internacional* (N.º 337 C3Y 1998.). Thomson.
- Chernick, M. R. (2011). *Bootstrap methods: A guide for practitioners and researchers*. John Wiley & Sons.
- Comín, F. C. (2014). *Historia económica mundial*. Alianza Editorial.
- Delgado, C. Araya, I. and Pino, G. (2020). Business cycle synchronization: is it affected by inflation targeting credibility? *SERIES*, 11(2), 157-177.
- Di Filippo, A. (2009). Estructuralismo latinoamericano y teoría económica. *Revista Cepal*.
- Durney, A. and Simonis, U. E. (1997). *Industrial Metabolism: Extended Definition, Possible Instruments and an Australian Case Study*. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH (WZB), Science Center Berlin.
- Farmer, J. D. (2012). Economics needs to treat the economy as a complex system. *CRISIS Working Paper*.
- Fondo Monetario Internacional. (2006). *Manual del índice de precios al consumidor: Teoría y práctica*. International Monetary Fund.
- Frankel, J. A. and Rose, A. K. (1998). The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria. *The Economic Journal*, 108(449), 1009-1025.
- Gagnon, J. E. (2020). *Taming the us trade deficit: A dollar policy for balanced growth* (N.º PB20-15).

- Gala, P., Camargo, J. and Freitas, E. (2017). The Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) was right: scale-free complex networks and core-periphery patterns in world trade. *Cambridge Journal of Economics*, 42(3), 633-651.
- Gaulier, G. and Zignago, S. (2010). BACI: international trade database at the product-level (the 1994-2007 version).
- Hartmann, D., Bezerra, M., Lodolo, B. and Pinheiro, F. L. (2020). International trade, development traps, and the core-periphery structure of income inequality. *Economía*, 21(2), 255-278.
- Hidalgo, C. A. and Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Kostoska, O., Mitikj, S., Jovanovski, P. and Kocarev, L. (2020). Core-periphery structure in sectoral international trade networks: A new approach to an old theory. *PLoS ONE*, 15(4), e0229547.
- Lasky, M. J. (1998). Chain-type data and macro model properties: the DRI/McGraw-Hill experience. *Journal of Economic and Social Measurement*, 24(2), 83-108.
- Leinster, T. and Meckes, M. W. (2016). Maximizing diversity in biology and beyond. *Entropy*, 18(3), 88.
- Leinster, T. (2021). *Entropy and diversity: the axiomatic approach*. Cambridge university press.
- Newman, M. (2010). *Networks*. Oxford university press.
- Papadopoulos, G. D., Magafas, L., Demertzis, K. and Antoniou, I. (2023). Analyzing Global Geopolitical Stability in Terms of World Trade Network Analysis. *Information*, 14(8), 442.
- Pérez-Oviedo, W., Cajas-Guijarro, J. y Vallejo, M. C (2018). La integración latinoamericana desde un enfoque de redes. *Cuadernos del CENDES*, 35(98), 39-72.
- Pérez-Oviedo, W. y Cajas-Guijarro, J. (2019). Midiendo la centralidad de los países y la integración comercial desde una perspectiva de red. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 26, 146-174.
- Pérez-Rincón, M. A. (2006). Colombian international trade from a physical perspective: Towards an ecological «Prebisch thesis». *Ecological Economics*, 59(4), 519-529.
- Prebisch, R. (1949). *El desarrollo de América Latina y algunos de sus principales problemas*. CEPAL.
- Prebisch, R. (1986). El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. *Desarrollo económico*, 479-502.
- Teza, G., Caraglio, M. and Stella, A. L. (2021). Entropic measure unveils country competitiveness and product specialization in the world trade web. *Scientific reports*, 11(1), 10189.
- Serrano, M. A. and Boguñá, M. (2003). Topology of the world trade web. *Physical Review E*, 68(1), 015101.
- Smith, M. and Sarabi, Y. (2022). How does the behavior of the core differ from the periphery?—An international trade network analysis. *Social Networks*, 70, 1-15.
- Zhou, M., Wu, G. and Xu, H. (2016). Structure and formation of top networks in international trade, 2001-2010. *Social Networks*, 44, 9-21.