

# Propuesta de Proyecto ATD: Ciclos Económicos

Daniel Posada, Juan Diego Naranjo

## 1 Propuesta

### 1.1 Contexto

La predicción de transiciones en los ciclos económicos es clave para la toma de decisiones en política monetaria, planificación empresarial y gestión de riesgos. En Colombia, variables como PIB, inflación, desempleo y producción industrial muestran alta volatilidad debido a factores internos y externos.

El análisis topológico de datos (TDA, por sus siglas en inglés) se ha consolidado como una herramienta prometedora para detectar cambios estructurales en sistemas dinámicos complejos, incluyendo sistemas financieros y económicos [giansiracusa2019persistent, 1]. En contextos económicos, la capacidad del TDA para identificar transiciones entre fases —por ejemplo, de expansión a recesión— se fundamenta en su habilidad para capturar patrones de alta dimensionalidad que los indicadores convencionales pueden pasar por alto [hiraoka2016hierarchical].

Este proyecto propone aplicar el Análisis Topológico de Datos (TDA), en concreto la homología persistente, sobre series de tiempo económicas. Esto con el fin de identificar cambios en la estructura topológica de los datos que indiquen transiciones entre fases de expansión y recesión.

Su aplicación en el contexto colombiano podría aportar nuevas herramientas para anticipar fluctuaciones económicas que complementen las ya existentes.

### 1.2 Problemática

En este proyecto nos proponemos determinar qué características topológicas de los datos macroeconómicos colombianos pueden ser usadas como indicativas de transiciones bruscas en los ciclos económicos colombianos.

### 1.3 Data

Para este proposito, se usarán indicadores como

Table 1: Indicadores económicos propuestos para el análisis con TDA

Indicador	Justificación	Fuente	Periodicidad
PIB trimestral real	Mide la producción total ajustada por inflación; referencia central para definir fases del ciclo económico.	DANE, Banco de la República	Trimestral
Tasa de desempleo	Relación inversa con la actividad económica (Ley de Okun); reacciona con rezago, aportando señal complementaria.	DANE	Mensual
Inflación (IPC)	Indicador clave de estabilidad de precios; cambios abruptos pueden anticipar transiciones del ciclo.	DANE, Banco de la República	Mensual
Índice de Producción Industrial (IPI)	Indicador adelantado que refleja cambios en la actividad manufacturera, asociado a puntos de giro del ciclo.	DANE	Mensual
Índice de Confianza del Consumidor (ICC)	Captura expectativas de los hogares; suele anticipar variaciones en la demanda interna.	Fedesarrollo	Mensual
Precio internacional del petróleo Brent	Variable externa relevante para la economía colombiana por su impacto en balanza comercial e ingresos fiscales.	EIA, Bloomberg	Diario/Mensual
Tasa Representativa del Mercado (TRM)	Refleja la fortaleza de la moneda local frente al dólar; fluctuaciones fuertes pueden anticipar cambios macroeconómicos.	Banco de la República	Diario
Índice COLCAP	Representa el comportamiento agregado del mercado accionario colombiano; sensible a expectativas económicas.	BVC	Diario
Índice de Seguimiento a la Economía (ISE)	Indicador mensual de la actividad económica que permite monitorear cambios de tendencia más rápido que el PIB.	DANE	Mensual

## 1.4 Metodología

Este proyecto utilizará una combinación de indicadores macroeconómicos y financieros —incluyendo PIB, inflación, desempleo, tasa de cambio (TRM), índice COLCAP, e índice de seguimiento a la economía (ISE)— para construir series temporales multivariadas. Estas series serán transformadas en estructuras que permitan el uso de herramientas topológicas como la homología persistente [saadat2020topological]. Posteriormente, se analizarán las trayectorias en el espacio de diagramas de persistencia, comparando fases económicas conocidas (expansión, recesión, recuperación) con la topología emergente en los datos.

## 1.5 Resultados esperados

Siguiendo la metodología propuesta, se espera obtener una **serie temporal de distancias entre diagramas de persistencia**, la cual refleje los cambios topológicos en la red económica construida a partir de los indicadores seleccionados.

En términos prácticos:

- Durante fases estables del ciclo económico (expansión o recesión sostenida), las distancias entre diagramas de persistencia en instantes consecutivos serían pequeñas, lo que indicaría que la estructura topológica de la red permanece prácticamente inalterada.
- En periodos de transición de fase (por ejemplo, de expansión a desaceleración), las distancias tenderían a aumentar de forma significativa, señalando cambios estructurales relevantes en las relaciones entre indicadores.
- Estos aumentos en las distancias podrían actuar como **alertas tempranas**, anticipando puntos de inflexión del ciclo económico antes de que se confirmen mediante métodos tradicionales.

En síntesis, se espera que las variaciones significativas en las distancias de los diagramas de persistencia estén correlacionadas con las transiciones de fase en el ciclo económico colombiano, demostrando la utilidad del Análisis Topológico de Datos como herramienta de monitoreo y predicción macroeconómica.

## 2 Evaluación de la Propuesta según Rúbrica

### 1. Relevancia Contextual

4 – Excelente

**Justificación:** El proyecto aborda un problema relevante y bien documentado para Colombia: la predicción de transiciones en los ciclos económicos, con potencial de impacto directo en política monetaria, gestión empresarial y planeación. La justificación está claramente anclada al contexto nacional y a necesidades reales.

### 2. Acceso y Calidad de Datos

4 – Excelente

**Justificación:** Se usan indicadores oficiales del DANE, Banco de la República, Fedesarrollo, Bloomberg y otras fuentes confiables, todos públicos o accesibles, actualizados y bien documentados. No hay restricciones éticas y la cobertura temporal es amplia.

### 3. Adecuación al Pipeline de ATD

4 – Excelente

**Justificación:** Los datos permiten construir complejos simpliciales, con posibilidad de filtraciones multiescala, lo que encaja perfectamente con la metodología de homología persistente propuesta. La estructura de datos es coherente con el pipeline.

### 4. Viabilidad Técnica y Temporal

3 – Bueno

**Justificación:** El volumen de datos es moderado y las herramientas de TDA están disponibles en código abierto (GUDHI, Ripser, etc.), pero la implementación y cálculo de distancias de diagramas podría requerir procesamiento intensivo y optimización, aunque es viable en el marco de un curso con un equipo bien configurado.

### 5. Originalidad e Impacto Potencial

4 – Excelente

**Justificación:** El uso de TDA para predecir transiciones en ciclos económicos colombianos no está explorado, y la propuesta ofrece una perspectiva novedosa, robusta y potencialmente útil como complemento a métodos estadísticos tradicionales.

**Justificación:** La propuesta describe claramente resultados esperados y posibles visualizaciones (series de distancias, diagramas de persistencia), pero el reto estará en traducir la información topológica a interpretaciones económicas claras para audiencias no técnicas. Se requiere un plan de visualización más explícito para alcanzar nivel excelente.

## References

- [1] Marian Gidea and Yuri Katz. “Topological Data Analysis of Financial Time Series: Landscapes of Crashes”. In: *arXiv preprint arXiv:1703.04385* (2017). Published later in *Physica A*, DOI:10.1016/j.physa.2017.09.028.