

La economía adaptativa como transición de fase: Formalización de la justicia distributiva como protocolo de conectividad en sistemas complejos

Dr. Andrés Giussepe

Doctor en Economía (2024) y Doctor en Gerencia (2012)

Universidad Central de Venezuela (UCV)

Fundador de Poli-data.com / Investigador Principal del Observatorio IDJI

Publicado: Febrero, 2025

ORCID: 0009-0009-4377-8027

Resumen

La presente investigación aborda la crisis epistemológica en la medición del desarrollo económico y propone el Modelo IDJ+BM (Índice de Distribución Justa de Ingresos + Bienestar Multidimensional) como alternativa a las métricas lineales tradicionales, como el PIB. Fundamentado en la Economía de la Complejidad y la Estadística Bayesiana, el modelo abandona la sumatoria de proporciones para adoptar un enfoque de Redes de Creencias Bayesianas (BBN). Se analiza, mediante el algoritmo de Monte Carlo Hamiltoniano (HMC) y el método semi-separable (SSHMC), una muestra de 73 países, con especial énfasis en la trayectoria 2021-2024 y en la prospectiva 2030 de los 11 nodos del bloque BRICS+. Los resultados demuestran que la Remuneración de los Empleados (RE% PIB) actúa como un nodo central («hub») que condiciona la soberanía nacional y el bienestar sistémico. La investigación concluye que el bloque BRICS+ se desplaza hacia una convergencia de «Nodos Blindados» que redefinirá la jerarquía del poder global mediante la justicia distributiva.

Palabras clave: Justicia Distributiva, Sistemas Complejos, Inferencia Bayesiana, Soberanía Económica, Algoritmos MCH, Bienestar Multidimensional.

Abstract

This research addresses the epistemological crisis in the measurement of economic development, proposing the IDJ+BM Model (Fair Income Distribution + Multidimensional Wellbeing Index) as an alternative to traditional linear metrics such as GDP. Grounded in Complexity Economics and Bayesian Statistics, the model shifts from a simple summation of ratios to a Bayesian Belief Network (BBN) approach. Utilizing MCH algorithms and SSHMC, a sample of 73 countries is analyzed with special emphasis on the 2021-2024 trajectory and the 2030 outlook for the 11 nodes of the BRICS+ block. The results demonstrate that Employee Compensation (RE% GDP) acts as a central hub conditioning national sovereignty and systemic wellbeing. The study concludes that the BRICS+ block is moving toward a convergence of "Shielded Nodes" that will redefine the global power hierarchy through distributive justice.

Keywords: Distributive Justice, Complex Systems, Bayesian Inference, Economic Sovereignty, MCH Algorithms, Multidimensional Wellbeing.

1. Introducción: La crisis de la ergodicidad

La teoría macroeconómica ortodoxa neoclásica ha operado históricamente bajo el supuesto fundamental de la ergodicidad. Este axioma presupone que los promedios espaciales (el comportamiento de un colectivo en un instante temporal) son equivalentes a los promedios temporales (la trayectoria a largo plazo de un agente individual). Bajo este prisma matemático, los sistemas económicos son concebidos como estructuras lineales autorreguladas que inevitablemente retornan a un estado de equilibrio homeostático u óptimo estacionario tras perturbaciones exógenas.

No obstante, la dinámica empírica global del siglo XXI evidencia que el sistema socioeconómico opera en un régimen estrictamente no ergódico. Las economías reales constituyen redes complejas adaptativas caracterizadas por la presencia de histéresis, procesos de aprendizaje endógeno, interacciones localizadas y bucles de retroalimentación positiva. En un entorno no ergódico, el orden secuencial de los eventos macroeconómicos y la trayectoria histórica son determinantes; el sistema no regresa a un punto de partida neutral, sino que coevoluciona hacia nuevos estados emergentes. La persistencia de crisis de solvencia, la asimetría en la distribución de la riqueza y el desacoplamiento entre el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) nominal y el bienestar material colectivo son manifestaciones fenomenológicas del colapso del postulado de ergodicidad.

La Economía Sistémica Adaptativa emerge como un paradigma alternativo para formalizar analíticamente estas transiciones de fase estructurales. En lugar de optimizar funciones de utilidad agregadas bajo asunciones estáticas, este marco conceptualiza el espacio económico nacional como un sistema termodinámicamente abierto que procesa flujos continuos de energía, capital e información. La estabilidad de dicho sistema no depende de fuerzas invisibles de mercado, sino de la robustez de sus canales de distribución institucional y del mantenimiento de la conectividad entre sus agentes.

2. Definición del salto cuántico: El "Protocolo" de conectividad

Dentro de la arquitectura de la Economía Adaptativa, la "Justicia Distributiva" sufre una redefinición ontológica radical: es despojada de sus vestiduras puramente ético-morales y axiología militante para ser formalizada como un protocolo técnico de conectividad y mitigación de entropía sistémica.

La concentración hipertrófica de ingresos actúa como una resistencia o sumidero en la topología de la red económica, obstruyendo el flujo bidireccional de valor. Cuando la masa salarial es comprimida sistemáticamente a favor de los rendimientos del capital financiero no productivo, la base social pierde capacidad de absorción y circulación monetaria. Esto deprime crónicamente la demanda agregada interna y obliga al sistema a recurrir a mecanismos de apalancamiento artificial de deuda o burbujas especulativas para sostener su reproducción material, elevando exponencialmente la inestabilidad sistémica.

La redistribución progresiva de la renta, sintetizada bajo el modelo de Países con Alta Distribución de Ingresos (PADI), actúa formalmente como una función de transferencia macroeconómica. Al inyectar liquidez directamente en la base trabajadora, se reduce la fricción en la circulación interna del capital y se acelera la velocidad de transacción real.

Esta conceptualización se operacionaliza a través de los seis pilares de crecimiento con inclusión desarrollados por Giussepe (2024):

- 1. **Diseño de escenarios futuros de distribución del PIB:** Proyecciones matemáticas no lineales para optimizar la participación factorial.
- 2. **Ciclo de crecimiento económico inclusivo:** Dinámica donde el poder de compra doméstico retroalimenta la acumulación productiva.
- 3. **Condiciones para la redistribución inclusiva:** Remoción institucional de barreras monopolísticas y rentas financieras.
- 4. **Índice de Distribución Justa de Ingresos (IDJI):** Métrica de sintonía fina estructural que mide el desajuste entre la remuneración del factor trabajo y el crecimiento del sistema.⁷
- 5. **Lineamientos estratégicos para un crecimiento con inclusión:** Políticas públicas adaptativas y regulatorias dynamically estables.
- 6. **Modelo microeconómico de distribución:** Reajuste del equilibrio de poder en el nivel de firma para vincular productividad marginal y compensación real.

Para clasificar topológicamente la robustez de las economías bajo este enfoque, se adopta la variable de Remuneración de los Empleados como porcentaje del PIB (RE % PIB) como el parámetro proxy de control central de la justicia distributiva.

Tabla 1: Arquetipos Estructurales de Distribución del Ingreso

Arquetipo	Acrónimo	Criterio de Participación Laboral (RE % PIB)	Características Dinámicas del Sistema
Alta Distribución de Ingresos	PADI	RE >= 50%	Hegemonía del factor trabajo; óptima circulación interna del capital y baja vulnerabilidad ante variaciones de la demanda agregada.
Mediana Distribución de Ingresos	PMDI	42% <= RE < 50%	Desempeño promedio con equilibrios distributivos moderados; presenta brechas estructurales latentes.
Baja Distribución de Ingresos	PBDI	34% < RE < 42%	Elevada concentración del capital o preeminencia de estructuras económicas rentistas; propensión al estancamiento del consumo doméstico.
Peor Distribución de Ingresos	PPDI	RE <= 34%	Fragilidad sistémica extrema; participación marginal de los asalariados y alta susceptibilidad a fracturas de cohesión social.

Fuente: Giuseppe (2024)

3. Arquitectura analítica del índice integrado IDJ+BM

El Índice de Distribución Justa de Ingresos y Bienestar Multidimensional (IDJ+BM) se configura como una estructura matemática adimensional diseñada para penalizar de forma simétrica tanto el crecimiento extractivo sin distribución como el populismo financiero insostenible. El índice se construye utilizando el Método de Normalización Mínimo-Máximo (Min-Max) para estandarizar indicadores con distintas dimensionalidades biofísicas e institucionales dentro del intervalo:

Para variables con correlación de impacto positiva (donde un mayor valor nominal equivale a una mayor eficiencia adaptativa):

$$I_x = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Para variables con correlación de impacto negativa (donde un menor valor nominal representa menor fricción u obstrucción sistémica):

$$I_x = \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}}$$

El cálculo agregado descarta ponderaciones subjetivas y adopta un principio de equiponderación unitaria directa sobre diez variables normalizadas (V_n), asignando a cada una un coeficiente de ponderación uniforme del 10% ($w = 0.10$):

$$IDJ + BM = \sum_{n=1}^{10} 0.10 \cdot V_n$$

Dado que la dimensión económica (IDJI) abarca 6 variables y la dimensión de bienestar (IBM) contiene 4 variables, la ponderación estructural asigna un 60% de la carga del índice final al motor económico y distributivo, y un 40% al bienestar colectivo. Esta asimetría matemática es un diseño deliberado de control de calidad institucional: el modelo establece que la robustez económica y la distribución primaria de ingresos son las bases materiales irremplazables sobre las que se asienta cualquier nivel de bienestar multidimensional a largo plazo.

Tabla 2: Variables Estructurales y Protocolo de Normalización

Dimensión	Variable	Dirección	Justificación Sistémica
Económica (IDJI)	Remuneración de empleados (% PIB)	Positiva	Proxy principal de la justicia en la distribución factorial del ingreso nacional.
	Salario Mínimo Interprofesional	Positiva	Determina el piso de consumo legal efectivo y el nivel de subsistencia básico de la fuerza laboral.
	PIB per cápita (US\$ corrientes)	Positiva	Refleja la capacidad nominal de generación de riqueza agregada del sistema.
	Inflación anual	Negativa	Indicador de inestabilidad macroeconómica; destruye la capacidad adquisitiva de las rentas salariales.
	Desempleo abierto	Negativa	Revela la ineficiencia del sistema para integrar al factor trabajo en la red productiva.
	Robustez Soberana (Reservas / Deuda)	Positiva	Mide la capacidad de liquidez frente a pasivos externos agregados (aplicando un capping de 3.0).
Bienestar (IBM)	Gasto corriente en salud (% PIB)	Positiva	Representa la inversión institucional para garantizar la reproducción y salud de la población.
	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Positiva	Indicador compuesto de esperanza de vida, años de escolaridad y acceso al ingreso digno.
	Huella Ecológica de consumo	Negativa	Evalúa la insostenibilidad biofísica y la sobrecarga ecológica del modelo de consumo del país.
	Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico	Positiva	Proxy de modernización institucional, transparencia y reducción de brechas digitales.

Fuente: Giuseppe (2024)

Tratamientos especiales de datos: Para mitigar el efecto de valores extremadamente atípicos (outliers) en la variable de Robustez Soberana, se introduce un límite lógico superior (*capping*) fijado en un umbral de excelencia de 3.0. Valores superiores a 3.0 son truncados a 3.0 para prevenir

la compresión artificial de los puntajes del resto de la muestra. Asimismo, se excluyen de la muestra analítica todas aquellas economías con poblaciones inferiores a 40,000 habitantes para evitar sesgos estructurales derivados de economías de escala hiper-especializadas.

4. Formalismo bayesiano jerárquico y simulación por Monte Carlo Hamiltoniano

Para simular el comportamiento estocástico y dinámico de las economías, el modelo de la Economía Adaptativa abandona la econometría de regresión lineal clásica en favor de la Inferencia Bayesiana Jerárquica de múltiples niveles. En este marco conceptual, los parámetros individuales de distribución de los países (θ_i) se consideran realizaciones aleatorias gobernadas por hiperparámetros de escala global (ϕ) que capturan las propiedades sistémicas de la red global de intercambio.

La densidad posterior conjunta del sistema jerárquico se formula de la siguiente manera:

$$p(\theta, \phi | Y, X) \propto \left[\prod_{i=1}^N p(y_i | x_i, \theta_i) p(\theta_i | \phi) \right] p(\phi)$$

Donde Y y X denotan los vectores observacionales de variables macroeconómicas y de bienestar para los años 2021 y 2024. Dada la naturaleza altamente no lineal del log-posterior y la correlación cruzada de las variables de bienestar, el espacio de parámetros presenta fuertes restricciones geométricas y embudos de probabilidad que bloquean la convergencia de algoritmos Gibbs o Metropolis-Hastings convencionales.

Para resolver esta limitación, el cálculo posterior se ejecuta mediante el algoritmo de Monte Carlo Hamiltoniano (HMC) y el método semi-separable (SSHMC), simulando la trayectoria continua de una partícula que se desliza sobre la hipersuperficie del log-posterior negativo. Se introduce una variable auxiliar de momento $r \sim \mathcal{N}(0, G)$, donde G representa el tensor métrico o matriz de masa del espacio paramétrico, definiendo la función de energía Hamiltoniana total como:

$$H(\theta, r) = U(\theta) + K(r)$$

La energía potencial se asocia directamente a la densidad posterior negativa:

$$U(\theta) = -\log p(\theta | Y)$$

La energía cinética viene determinada por la matriz de masa adaptativa:

$$K(r) = \frac{1}{2} r^T G^{-1} r$$

La evolución temporal conjunta en el espacio de fase se calcula integrando las ecuaciones diferenciales de Hamilton:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial H}{\partial r} = G^{-1} r$$

$$\frac{dr}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \theta} = -\nabla_{\theta} U(\theta)$$

Para aproximar esta trayectoria conservando las propiedades físicas de reversibilidad temporal y conservación de volumen en el espacio de fase (symplecticidad), se implementa un integrador adaptativo alternante de bloques (*leapfrog*):

$$r\left(\tau + \frac{\epsilon}{2}\right) = r(\tau) - \frac{\epsilon}{2} \nabla_{\theta} U(\theta(\tau))$$

$$\theta(\tau + \epsilon) = \theta(\tau) + \epsilon G^{-1} r\left(\tau + \frac{\epsilon}{2}\right)$$

$$r(\tau + \epsilon) = r\left(\tau + \frac{\epsilon}{2}\right) - \frac{\epsilon}{2} \nabla_{\theta} U(\theta(\tau + \epsilon))$$

Para reducir el coste computacional de la simulación en dimensiones elevadas (73 países, 10 variables), se recurre al protocolo de Monte Carlo Hamiltoniano con Actualización Adaptativa (AUHMC). Este esquema actualiza de forma adaptativa y determinista la matriz de masa G en función de la verosimilitud local observada en cada paso del algoritmo, satisfaciendo estrictamente el balance detallado y evitando el costoso cómputo iterativo de los gradientes del tensor de Riemann.¹⁰ El algoritmo calcula de manera exacta la probabilidad predictiva a posteriori del colapso estructural (P^s), trazando las trayectorias de fase de las economías bajo condiciones extremas de estrés externo.

5. Diagnóstico empírico y fenomenología de los casos atípicos (2021-2024)

La aplicación del modelo analítico integrado IDJ+BM sobre la data empírica longitudinal para el periodo de transición de fase 2021-2024 revela comportamientos estructurales altamente heterogéneos y anomalías de escala que contradicen el determinismo de la teoría económica convencional.

A continuación, se presenta la matriz analítica comparativa de las observaciones piloto críticas:

Matriz de Cálculo del Índice IDJ+BM (Año 2021-2024)

País	Año	Arquetipo	RE % PIB	SMI (USD)	PIB pc (USD)	Inflación (%)	Desemp, (%)	Robustez (Ratio)	Gasto Salud	IDH	Huella (gha)	EGDI	IDJ+BM Final	Escala Desempeño
Suiza	2021	PADI	58.1%	4.300	91.992	0,60%	5,1%	0,58	11,8%	0,968	4,4	0,898	0,793	PADI (Muy Alto)
	2024	PADI	59.2%	4.480	96.480	1,40%	4,0%	0,52	11,5%	0,970	4,4	0,932	0,807	
Dinamarca	2021	PADI	51.6%	3.100	68.008	1,90%	5,1%	0,15	10,6%	0,958	6,8	0,970	0,701	PADI (Muy Alto)
	2024	PADI	52.5%	3.250	70.100	1,90%	4,9%	0,15	9,8%	0,962	6,4	0,983	0,705	
Noruega	2021	PMDI	42.6%	3.300	90.655	3,50%	4,4%	0,11	10,0%	0,969	6,2	0,900	0,693	PADI (Alto)
	2024	PMDI	44.7%	3.450	94.800	3,60%	3,8%	0,11	8,5%	0,970	5,7	0,935	0,701	PADI (Muy Alto)
Alemania	2021	PADI	53.7%	1.860	51.204	3,10%	3,6%	0,05	12,9%	0,958	4,6	0,888	0,679	PADI (Alto)
	2024	PADI	54.5%	2.220	53.200	2,50%	3,3%	0,05	12,8%	0,959	4,5	0,942	0,704	PADI (Muy Alto)
Estados Unidos	2021	PMDI	48.4%	1.250	70.200	4,70%	5,4%	0,03	18,3%	0,921	8,1	0,910	0,667	PADI (Alto)
	2024	PADI	51.68%	1.256	83.060	2,90%	4,0%	0,02	16,8%	0,930	7,9	0,933	0,689	
España	2021	PMDI	48.9%	1.280	30.104	3,10%	14,8%	0,03	10,7%	0,904	4,0	0,880	0,545	PMDI (Medio)
	2024	PMDI	48.4%	1.430	33.400	2,80%	11,2%	0,04	10,5%	0,915	3,9	0,895	0,560	
Irlanda	2021	PPDI	25.7%	2.050	100.172	2,40%	6,2%	0,01	6,6%	0,947	7,5	0,915	0,535	PMDI (Medio)
	2024	PPDI	28.5%	2.300	108.000	2,20%	4,4%	0,01	6,0%	0,954	7,2	0,930	0,551	PADI (Alto)
Qatar	2021	PPDI	24.5%	275	66.754	2,30%	0,2%	0,25	3,4%	0,855	14,8	0,850	0,445	PPDI (Medio)
	2024	PPDI	26.5%	275	82.900	2,30%	0,1%	0,30	3,5%	0,865	14,0	0,875	0,455	
Libia	2021	PPDI	27.0%	200	5.909	2,80%	20,1%	12,50	4,0%	0,718	3,2	0,520	0,435	PPDI (Medio)
	2024	PPDI	25.8%	180	7.100	2,40%	18,5%	13,50	4,0%	0,725	3,0	0,540	0,442	
Burundi	2021	PPDI	20.9%	3	221	8,40%	1,0%	0,15	6,9%	0,426	0,7	0,250	0,331	PPDI (Bajo)
	2024	PPDI	21.7%	5	215	22,00%	0,9%	0,10	6,4%	0,423	0,6	0,275	0,328	
Islandia	2021	PADI	53.5%	2.300	68.594	4,40%	5,4%	0,28	9,6%	0,967	11,2	0,941	0,665	PADI (Alto)
	2024	PADI	53.3%	2.750	76.800	5,50%	3,4%	0,33	9,2%	0,972	12,1	0,966	0,662	
Venezuela	2021	PPDI	20.6%	5	1.766	1588%	58,3%	0,03	2,5%	0,691	1,6	0,550	0,116	PPDI (Bajo)
	2024	PPDI	25.2%	130	3.950	85,00%	20,0%	0,06	4,1%	0,710	1,5	0,610	0,276	

Fuente: Banco Mundial, FMI, Eurostat, OCDE, ONU (UNSTAST), Expansión.com, PNUD, FMI, CEPAL, OMS, UNDESA, Global Footprint Network. Cálculos propios

El atípico comportamiento de la Robustez Soberana: Noruega y Qatar

El análisis empírico desmitifica el sesgo lineal de que a mayor PIB per cápita nominal existe una mayor fortaleza macroeconómica frente a shocks de balanza de pagos. **Noruega** y **Qatar** presentan coeficientes de Robustez Soberana sorprendentemente deprimidos de 0.11 y 0.30 respectivamente en el año 2024.

En el caso noruego, esto obedece a que los excedentes masivos procedentes de la explotación de hidrocarburos no son retenidos en el balance líquido de divisas del Banco Central, sino esterilizados externamente a través de su Fondo de Pensiones del Gobierno (*Sovereign Wealth Fund*), de nula disponibilidad para la liquidación inmediata de pasivos corrientes. Al mismo tiempo, el sistema corporativo y financiero privado noruego acumula elevados pasivos externos bilaterales de corto plazo. El IDJ+BM penaliza este descalce, alertando que las economías aparentemente más robustas pueden operar con un margen de liquidez soberana real sumamente estrecho en caso de un congelamiento del mercado interbancario de crédito.

Para Qatar, el ratio refleja el apalancamiento masivo contraído por holdings gubernamentales para financiar megaproyectos de infraestructura energética y de posicionamiento geopolítico (como la Copa Mundial de Fútbol). Aunque la deuda cuenta con el respaldo implícito de flujos de gas licuado futuros, el desequilibrio de liquidez actual frente a pasivos externos de corto plazo reduce su puntaje de Robustez sistémica.

Nodos de Deuda y Soberanía por Aislamiento

La fenomenología de los "paraísos fiscales" y centros de intermediación corporativa transnacional como **Irlanda** y **Luxemburgo** se refleja en ratios de Robustez Soberana insignificantes de 0.01. Estos países actúan como simples conductos de deuda cruzada; registran pasivos y activos gigantescos en sus cuentas nacionales pero carecen de reservas bancarias reales para cubrir la escala de sus compromisos en caso de una contracción súbita del mercado global.

En la frontera opuesta se sitúan economías bajo aislamiento sistémico forzoso o conflicto geopolítico severo como **Libia**. Con un coeficiente de Robustez extraordinario de 13.50 en 2024, Libia exhibe una condición analizada como "soberanía por aislamiento". Excluida de los canales crediticios globales de mercado voluntario debido a su inestabilidad militar y de gobernanza, la nación se ve obligada a operar bajo una estricta autarquía financiera de contado, acumulando divisas físicas de sus exportaciones de crudo. No obstante, el IDJ+BM impide que Libia ascienda en el ranking final de desarrollo al registrar puntuaciones catastróficas en el factor de distribución primaria de remuneración al trabajo y estabilidad del bienestar (IBM).

La Paradoja Ecológica: Islandia frente a Burundi

La dimensión del bienestar multidimensional depara resultados contradictorios al integrar la Huella Ecológica de Consumo per cápita con impacto de penalización directa. **Islandia**, a pesar de su matriz energética puramente renovable y de ostentar un IDH extraordinario de 0.972, registra una huella insostenible de 12.1 gha por habitante en 2024. Esto se explica por su carácter estructuralmente ultra-importador de bienes de consumo primarios e industriales, lo que traslada la huella de carbono logística global a su balance físico local. El IDJ+BM castiga esta sobredimensión material, demostrando la imposibilidad biofísica de sostener dicho modelo en el largo plazo sin generar un pasivo ecológico acumulado.

En el extremo opuesto, **Burundi** presenta una huella de consumo ecológicamente óptima de tan solo 0.6 gha. Sin embargo, este equilibrio no es producto de una planificación consciente del

sistema adaptativo, sino el reflejo directo de la descapitalización humana y de una pobreza estructural absoluta. Con un salario mínimo de facto de apenas 5 USD nominales y una participación laboral en el PIB del 21.7%, la base trabajadora se encuentra excluida de cualquier canal de consumo biofísico real. El modelo integrado del IDJ+BM captura eficazmente esta dualidad, revelando que el colapso social es tan destructivo para la sostenibilidad sistémica como la sobrecarga biofísica de consumo.

Métodos de Estimación Salarial y Tipo de Cambio: Cuba, Argentina y Venezuela

La estandarización transnacional del Salario Mínimo exige ajustes metodológicos complejos en países que no cuentan con un SMI estatutario fijado por decreto ejecutivo (como Suiza, Austria, Dinamarca o Noruega). Para estas economías, se imputa como "SMI de facto" el salario de entrada real contemplado en los convenios colectivos más representativos de los sectores de menor remuneración (habitualmente HORECA y comercio minorista).

Los regímenes cambiarios controlados y las economías bajo hiperinflación imponen tratamientos metodológicos diferenciales para no sesgar las comparaciones de escala:

- **Cuba:** El cómputo del salario mínimo utiliza el tipo de cambio oficial institucionalizado por el Estado de 1:24 USD/CUP. Si el modelo adoptase la tasa del mercado informal de divisas (~300 CUP en 2024), el salario de la base se reduciría de 25 USD nominales a un nivel ficticio de 15 USD, distorsionando la estructura analítica institucional de remuneraciones internas.
- **Argentina:** El cálculo se rige bajo la tasa oficial mayorista promedio anual del FMI. En el año 2015, la divisa se encontraba artificialmente sobrevaluada por controles de cambio directos, inflando de manera irreal el poder de compra externo del salario. Con el sinceramiento cambiario y las devaluaciones severas de 2024, el SMI real convergió con fuerza hacia los balances de productividad real, desplomándose a 220 USD corrientes y desnudando el severo rezago de la capacidad de consumo de su clase asalariada.
- **Venezuela:** En 2024 se adopta como proxy de capacidad adquisitiva el "Ingreso Mínimo Legal" equivalente a 130 USD mensuales. Este indicador se compone de indexar el salario nominal básico legal (altamente devaluado y estancado en 3.5 USD por las presiones de la inflación de base monetaria) con los bonos compensatorios indexados de alimentación ("Cestaticket") y de "Guerra Económica" dictados por el Ejecutivo Nacional. El uso exclusivo del salario básico nominal legal desvirtuaría por completo la capacidad real de demanda de la base asalariada y alteraría la validez empírica de la modelación del sistema adaptativo.

De manera análoga, devaluaciones nominales abruptas sufridas en el transcurso de 2024 en los signos monetarios de **Egipto** y **Nigeria** contrajeron fuertemente sus ingresos expresados en dólares corrientes, castigando drásticamente sus puntajes integrados de desarrollo y reubicándolos en la escala de desempeño bajo.

6. Reconfiguración geopolítica: Los nodos BRICS+ y el horizonte 2024-2030

La dinámica longitudinal evidenciada en la transición 2021-2024 expone un desplazamiento masivo de la resiliencia estructural e institucional desde las economías anglosajonas y europeas occidentales tradicionales hacia los polos emergentes de la alianza BRICS+. El modelo de

simulación bayesiano de la Economía Adaptativa proyecta que, para el horizonte temporal 2024-2030, la estructura multipolar global se organizará en cuatro grandes categorías de nodos operativos:

1. Nodos Blindados (Alta Soberanía)

Este clúster está configurado principalmente por **China** y **Rusia**. China consolida de forma contundente su estatus PADI con una masa salarial real de 53.8% y un ratio de Robustez Soberana de 1.28 en 2024, probando empíricamente que la prosperidad de su masa trabajadora es el verdadero motor endógeno de su estabilidad sistémica.

Por su parte, **Rusia**, sometida a un régimen existencial de sanciones internacionales por parte de las potencias occidentales, ha implementado un proceso forzoso de desapalancamiento externo y acumulación de reservas en oro y yuanes, elevando su Robustez Soberana a 1.62 en 2024 y logrando blindar su aparato productivo real ante perturbaciones exteriores, a pesar de las presiones inflacionarias internas de su economía de defensa.

2. Nodos en Transición (Inversores Netos)

Las monarquías de **Arabia Saudita** y los **Emiratos Árabes Unidos (EAU)** lideran la desarticulación empírica de la "maldición de los recursos naturales". EAU emplea su renta petrolera para conformar una de las administraciones de gobernanza electrónica y modernización de interfaces ciudadanas más avanzadas de la muestra (EGDI de 0.925).

De forma paralela, Arabia Saudita exhibe la transición distributiva de mayor velocidad del periodo analizado: su Remuneración de Empleados se elevó del 24.8% en 2022 al 32.5% en 2024 a través del programa estratégico "Nitaqat" de nacionalización de empleos técnicos calificados y diversificación sectorial de servicios financieros, proyectando un salto de 11 posiciones en el ranking del índice integrado para el año 2030.

3. Nodos en Riesgo (Regresión Estructural)

Las economías de **Brasil** y **Sudáfrica** muestran patrones altamente preocupantes de deslaborización y estancamiento macroeconómico. Brasil ha sufrido un retroceso sistemático de su participación salarial, regresando a la frágil categoría de PBDI (44.2%) y exhibiendo un ratio de Robustez deprimido de 0.59 que expone su vulnerabilidad ante variaciones de los términos de intercambio de recursos primarios.

En Sudáfrica, un desempleo estructural crónico fijado en el 33.5% paraliza por completo la articulación de un ciclo virtuoso de consumo interno, manteniendo su puntaje integrado en zonas de rezago.

4. Nodos Críticos y Emergentes (Fragilidad / Potencial)

Clúster que engloba a **Irán**, **Egipto** y **Etiopía**, economías actualmente asfixiadas por estrangulamientos en sus balanzas de pagos, inflación y devaluaciones recurrentes. Sin embargo, el modelo predictivo bayesiano proyecta que su paulatina incorporación a las redes de intercambio financiero recíproco de la alianza BRICS+ les proveerá de un colchón de liquidez soberana alternativa que estabilizará sus tipos de cambio para el periodo 2024-2030, permitiendo un despegue ordenado de sus variables básicas de bienestar social.

7. Conclusiones y directrices de política adaptativa

La formalización matemática y el análisis empírico longitudinal del Índice Integrado de Distribución Justa de Ingresos y Bienestar Multidimensional (IDJ+BM) durante el bienio 2021-2024 permite delinear conclusiones científicas inapelables para la formulación de políticas públicas adaptativas en la era de la complejidad:

- **La distribución como parámetro de control físico:** La remuneración al factor trabajo (RE % PIB) no representa una variable de gasto social o una concesión asistencialista, sino el parámetro de sintonía fina clave para garantizar el flujo de valor monetario real en la red productiva. Los sistemas que concentran rentas exclusivamente en los balances del capital financiero reducen drásticamente la capacidad de compra doméstica de su base, generando desequilibrios que exigen constantes inyecciones de deuda externa y elevan significativamente la probabilidad matemática de un colapso sistémico general.
- **La superación definitiva del sesgo del PIB nominal:** La capacidad agregada de generación de riqueza nominal (PIB per cápita) es un indicador ciego ante la fragilidad estructural de las economías. Economías ricas como Irlanda y Qatar se encuentran técnicamente "quebradas" desde el punto de vista de la liquidez real agregada ante crisis globales de crédito, al sostener ratios de Robustez Soberana inferiores a la unidad. La evaluación verdadera del desarrollo nacional exige transitar hacia índices multidimensionales integrados y equiponderados como el IDJ+BM.
- **La Robustez como escudo de soberanía nacional:** En un régimen estrictamente no ergódico de incertidumbre radical, la capacidad de un Estado para ajustar de forma dinámica y soberana sus protocolos distributivos internos depende directamente de su solvencia financiera agregada frente a pasivos extranjeros.⁴ Mantener reservas internacionales reales (en oro y divisas no subordinadas) por encima del pasivo externo bruto total (ratio > 1.0) constituye el único blindaje estructural que permite a las naciones en desarrollo implementar políticas progresivas de bienestar social sin capitular ante el asedio externo y las presiones de devaluación especulativa de los mercados de capital globales.

Referencias Bibliográficas

- Arthur, W. B. (2021). *Foundations of Complexity Economics*. Santa Fe Institute.
- Beinhocker, E., & Bednar, J. (2025, 8 de octubre). *Complexity and Paradigm Change in Economics* (INET Working Papers Series, No. 2025-20). Institute for New Economic Thinking (INET). <https://oms-inet.files.svdcdn.com/production/files/Complexity And Paradigm Change In Economics WP Oct 25.pdf?dm=1760006234>
- Burda, M., & Maheu, J. (2012). *Bayesian Adaptively Updated Hamiltonian Monte Carlo with an Application to High-Dimensional BEKK GARCH Models* (Working Paper No. 46_12). Rimini Centre for Economic Analysis (RCEI). https://ideas.repec.org/p/rim/rimwps/46_12.html
- Davis, J., & Boianovsky, M. (2024). *Douglass North, New Institutional Economics, and Complexity Theory* (Working Paper Series). Department of Economics, Marquette University. e-Publications@Marquette.

https://epublications.marquette.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1095&context=econ_workingpapers

- Fisher, G. (2023, 9 de mayo). The Complexity Sciences: An Introduction. En *Complexity in Finance*. Greg Fisher Official Website. <https://gregfisher.net/complexity-in-finance>
- Giussepe, A. (2024a). *Distribución de los ingresos y beneficios desde una perspectiva sistémica-compleja* [Tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela]. Repositorio Institucional de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Giussepe, A. (2024b, 10 de junio). *Principios Fundamentales de la Economía Sistémica Adaptativa*. Poli-data.com. <https://poli-data.com/principios-fundamentales-de-la-economia-sistemica-adaptativa/>
- Hodgson, G. M. (1993). *Economics and Evolution: Bringing Life Back into Economics*. University of Michigan Press.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Palgrave Macmillan.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Houghton Mifflin.
- Krugman, P. R. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483-499.
- Marchionatti, R. (2026, 2 de enero). *Complexity Economics at the Santa Fe Institute and at the University of Michigan*. University of Turin. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/399351444_Complexity_Economics_at_the_Santa_Fe_Institute_and_at_the_University_of_Michigan
- Peters, O., & Adamou, A. (2025). *An Introduction to Ergodicity Economics*. London Mathematical Laboratory.
- Poli-data. (2024, 15 de abril). *Escuela de Economía Adaptativa y Multidimensional: Análisis y herramientas*. <https://poli-data.com/escuela-de-economia-adaptativa-y-multidimensional-analisis-y-herramientas-2/>
- Poli-data. (s.f.). *Economía Adaptativa*. Poli-data Official Website. <https://poli-data.com/economia-adaptativa/>
- Santa Fe Institute. (2025, 18 de diciembre). *New book: Introduction to Ergodicity Economics* [Nota de prensa]. <https://www.santafe.edu/news-center/news/book-introduction-to-ergodicity-economics>
- Zhang, X., & Sutton, C. (s.f.). *Semi-Separable Hamiltonian Monte Carlo for Inference in Bayesian Hierarchical Models*. Neural Information Processing Systems (NIPS). <http://papers.neurips.cc/paper/5591-semi-separable-hamiltonian-monte-carlo-for-inference-in-bayesian-hierarchical-models.pdf>