

EL MODELO IDJ+BM Y LA REVOLUCIÓN BAYESIANA

Ciencia de Datos para la Soberanía y la Justicia Distributiva

Andrés Ramón Giuseppe Avalo

Doctor en Economía y Doctor en Gerencia

Universidad Central de Venezuela

Enero, 2026

Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ) · Poli-Data.com

CRÉDITOS

Autoría e investigación

Dr. Andrés Giussepe

Doctor en Economía y Doctor en Gerencia, Universidad Central de Venezuela (UCV)

Base teórica y doctoral

Este libro consolida y desarrolla los hallazgos de la tesis doctoral "Distribución de los ingresos y beneficios desde una perspectiva sistémica-compleja" (FACES-CEAP, Universidad Central de Venezuela) y de la serie de papers metodológicos publicados por el autor en Poli-Data.com (2024-2025).

Institución promotora

Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ)

Procesamiento algorítmico

Motor de inferencia bayesiana mediante algoritmos Monte Carlo Hamiltoniano (HMC), integrador Leapfrog y muestreador No-U-Turn (NUTS), implementados en Python (pgmpy).

Cita sugerida (APA)

Giussepe, A. (2026). El Modelo IDJ+BM y la Revolución Bayesiana: Ciencia de Datos para la Soberanía y la Justicia Distributiva. Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ) / Poli-Data.

© 2026, Dr. Andrés Giussepe. Todos los derechos reservados.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin la autorización expresa del autor.

MENSAJE PRINCIPAL DEL MODELO

Sin justicia distributiva no hay soberanía, y sin soberanía, el desarrollo es una ilusión contable.

El Modelo IDJ+BM demuestra, mediante inferencia bayesiana aplicada a 73 países, que la participación del trabajo en el ingreso nacional —la Remuneración de Empleados como porcentaje del PIB— no es una variable social secundaria, sino el nodo central que determina la Robustez Soberana de una nación: su capacidad de financiar su propio desarrollo sin depender de la deuda externa.

Un país puede crecer y, al mismo tiempo, perder soberanía si ese crecimiento no se traduce en salarios reales, recaudación interna y reservas propias. Por el contrario, una distribución justa del ingreso genera el círculo virtuoso que blind a los Estados frente a las crisis, las sanciones y la dependencia financiera.

La justicia distributiva, en consecuencia, no es solo un imperativo ético: es la precondition material y termodinámica de la soberanía económica.

— Dr. Andrés Giuseppe

Índice General

Índice General.....	4
Resumen	8
Capítulo 1. Introducción: la crisis epistemológica de la medición del desarrollo	9
Capítulo 2. Marco teórico: convergencia de disciplinas para una nueva economía política	10
2.1 La distribución funcional como motor termodinámico de la soberanía	10
2.2 Sistemas complejos y la Robustez Soberana	11
2.3 El enfoque de capacidades y la base material.....	11
Capítulo 3. Metodología: criterios de clasificación estructural.....	12
3.1 El enfoque sistémico de la remuneración	12
Capítulo 4. El Índice de Distribución Justa de Ingresos (IDJI)	12
4.1 Componentes del IDJI y su justificación sistémica	13
4.2 Formulación matemática del IDJI	14
Capítulo 5. El Índice de Bienestar Multidimensional (IBM).....	14
5.1 Dimensiones del IBM	14
5.2 Formulación matemática del IBM	15
5.3 Escalas de medición del desempeño	15
Capítulo 6. Integración sistémica: equiponderación y escalas de interpretación.....	16
6.1 El principio de equiponderación dimensional.....	16
Capítulo 7. Estrategia de cálculo: normalización y tratamiento de variables	16
7.1 Protocolo de normalización.....	17
7.2 Tratamiento de valores atípicos: la metodología de <i>capping</i>	17
7.3 Definición y depuración de la muestra.....	17
7.4 Formulación matemática del índice integrado.....	18
7.5 El índice como mecanismo de control de calidad institucional	18
Capítulo 8. Resultados empíricos del modelo lineal ponderado (2021-2024)	19
8.1 La supremacía del modelo PADI	19
8.2 La paradoja ambiental de los países desarrollados.....	19
8.3 El colapso de los PPDI y el caso de Venezuela.....	19

8.4 El ascenso de China y la planificación sistémica.....	20
Capítulo 9. Hacia la inferencia bayesiana: justificación y especificación del modelo jerárquico.....	20
9.1 Del dato lineal a las redes bayesianas	20
9.2 Justificación del enfoque bayesiano.....	21
9.3 Especificación del modelo jerárquico.....	21
9.4 Análisis de causalidad probabilística: Redes de Creencias Bayesianas	22
Capítulo 10. Arquitectura sistémica del modelo: el Mapa de Nodos ODIJ	22
10.1 Nodos padre: el origen del sistema	22
10.2 El nodo <i>hub</i> : Remuneración de Empleados.....	22
10.3 El nodo de resistencia: Robustez Soberana.....	23
10.4 Los nodos de resultado y la paradoja ambiental.....	23
10.5 El Mapa de Nodos: visualización de la arquitectura del sistema complejo ODIJ	23
10.6 Tablas de probabilidad condicional: la termodinámica del modelo	25
Tabla 1. La determinación de la distribución (el nodo hub)	25
Tabla 2. El atractor de solvencia: soberanía financiera	26
Tabla 3. La transmisión a la eficiencia estatal	27
Tabla de creencias: diagnóstico de soberanía estructural por bloque.....	27
Capítulo 11. Motor estadístico: algoritmos Monte Carlo Hamiltonianos (HMC)	28
11.1 Fundamento teórico: la geometría de la probabilidad	28
11.2 La función hamiltoniana del IDJ+BM	29
11.3 El integrador Leapfrog ("salto de rana").....	29
11.4 Procedimiento de aplicación en el ODIJ (2024-2030)	29
11.5 Ventaja estratégica del motor HMC	30
11.6 Ejercicio práctico: el simulador de retorno soberano	30
Capítulo 12. Las diez heurísticas de decisión soberana e inteligencia económica del Modelo IDJ+BM	31
Pregunta 1: Diagnóstico de Dependencia Estructural (Riesgo de Insolvencia)	31
Pregunta 2: Simulador de Retorno Soberano (Delta de Autonomía).....	32
Pregunta 3: Test de Estrés Sistémico (Resiliencia ante Crisis).....	32
Pregunta 4: Análisis de Eficiencia Tecnológica (Gap Estatal)	33
Pregunta 5: La Paradoja del Desarrollo (Soberanía vs. Consumo)	34

Pregunta 6: El Multiplicador de Soberanía Digital (Eficiencia del Gasto).....	35
Pregunta 7: La Trampa de la Deuda (Inercia del Sistema).....	35
Pregunta 8: Inmunidad Bio-Política (Defensa Sanitaria)	36
Pregunta 9: El Umbral de Erosión Inflacionaria (Resistencia del Salario Real).....	37
Pregunta 10: Predicción de Alineamiento Geopolítico (Cluster de Autonomía).....	38
Tabla maestra de potencia: el modelo IDJ+BM en la era de la inferencia hamiltoniana	39
Resumen de las diez preguntas heurísticas del modelo de inteligencia económica	39
Instrucciones estratégicas para los tomadores de decisiones	40
Resumen de la lógica de condicionantes.....	41
Capítulo 13. Implementación computacional: redes bayesianas con Python.....	41
Capítulo 14. Resultados del piloto "Evaluación Sistémica 2021-2024"	42
14.1 Resultados del modelo IDJ+IBM lineal ponderado.....	42
14.2 Resultados del modelado bayesiano jerárquico.....	43
14.3 Matriz de inferencia bayesiana: las diez preguntas estratégicas	43
14.4 Conclusiones del piloto.....	44
Capítulo 15. Resultados del modelo aplicando HMC: ranking y proyección 2030.....	45
Capítulo 16. Estudio de caso: BRICS+ 2030 y el blindaje de la justicia distributiva.....	45
16.1 Análisis de inteligencia económica.....	46
16.2 El radar del blindaje geopolítico	47
Capítulo 17. Diseño institucional: el Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ).....	47
17.1 Misión y objetivos estratégicos	47
17.2 Estructura organizativa.....	48
17.3 Hoja de ruta de implementación.....	48
17.4 Fuentes de financiamiento y aliados	48
Capítulo 18. Implicaciones de política pública y soberanía fiscal.....	48
18.1 La equidad fiscal como mecanismo de Robustez Soberana	49
18.2 Recomendaciones para los BRICS+ y el Sur Global.....	49
Capítulo 19. Conclusiones generales: hacia una nueva arquitectura de soberanía económica	49
Epílogo: la ciencia al servicio de la vida	50
Referencias bibliográficas.....	50

Apéndice A. Análisis de sensibilidad de las ponderaciones del IDJ+BM	53
Apéndice B. Glosario de términos del Modelo IDJ+BM	54
Apéndice C. Anexos estadísticos: matrices de cálculo del IDJ+BM (73 países)	56
Anexo 1. Matriz de cálculo del IDJ+BM — Año 2021	56
Anexo 2. Matriz de cálculo del IDJ+BM — Año 2024 (definitiva)	60

Resumen

Esta investigación aborda la crisis epistemológica que atraviesa la medición del desarrollo económico global y propone el Modelo IDJ+BM (Índice de Distribución Justa y Bienestar Multidimensional) como una alternativa científica y soberana a las métricas lineales tradicionales. El modelo se fundamenta en la Teoría de Sistemas Complejos y adopta la Estadística Bayesiana como motor de cálculo para superar la incertidumbre macroeconómica que las herramientas convencionales no logran capturar.

Mediante una metodología de triangulación algorítmica que combina Monte Carlo Hamiltoniano (HMC) y MCMC, se analizó una muestra de 73 países durante el periodo 2021-2024, con proyecciones prospectivas hacia el año 2030. La estructura del índice emplea una ponderación que jerarquiza la distribución funcional del ingreso —la Remuneración de Empleados como porcentaje del PIB— como el nodo central (*hub*) del bienestar sistémico, otorgando un peso del 60% a la dimensión económica (IDJI) y del 40% a la dimensión de bienestar (IBM).

Los hallazgos demuestran una correlación estructural ineludible: la justicia distributiva es un prerrequisito termodinámico para la estabilidad y el crecimiento. El estudio clasifica a las naciones en cuatro categorías —PADI, PMDI, PBDI y PPDI— y revela que el estatus PADI (remuneración de empleados igual o superior al 50% del PIB) es la única trayectoria capaz de garantizar una soberanía nacional resiliente y un bienestar multidimensional equilibrado.

La investigación concluye que la institucionalización del Observatorio ODII y el uso de Redes de Creencias Bayesianas (BBN) dotan a los gobiernos de una herramienta de simulación de políticas de alta precisión, capaz de realizar análisis contrafactuales y proyecciones de escenarios de estrés. Con ello, la planificación estatal deja de ser un ejercicio descriptivo y se convierte en una ciencia de precisión orientada a la justicia social.

Palabras clave: Justicia Distributiva, Inferencia Bayesiana, Sistemas Complejos, Soberanía Económica, Algoritmos HMC, Prospectiva 2030, PADI.

Capítulo 1. Introducción: la crisis epistemológica de la medición del desarrollo

La economía global del siglo XXI enfrenta una paradoja que pone a prueba las nociones convencionales de desarrollo: el Producto Interno Bruto (PIB) crece, pero, al mismo tiempo, se profundizan las desigualdades y la dependencia sistémica de los Estados. Esta contradicción revela una crisis epistemológica en la medición del desarrollo, que surge porque los instrumentos vigentes —el PIB y el coeficiente de Gini, principalmente— fueron diseñados bajo la premisa de sistemas lineales y de equilibrio, lo que los vuelve ciegos ante las dinámicas de vulnerabilidad soberana y dependencia financiera que hoy caracterizan a buena parte de las economías del mundo.

El PIB es un instrumento diseñado para medir el flujo de mercado, no la distribución ni la viabilidad estructural del Estado. La narrativa económica ortodoxa asume que el crecimiento agregado se traduce mecánicamente en bienestar social mediante mecanismos de "derrame" (*trickle-down*). Al adoptar esa premisa como brújula principal, los gobiernos ignoran que la concentración de riqueza puede erosionar la soberanía nacional, dejando al Estado sin recursos propios para sostener su propio desarrollo. Esta omisión es particularmente grave en una economía mundial donde el 1% más adinerado concentra el 44% de la riqueza, mientras que el 50% más pobre apenas accede al 8%. Lejos de ser una anomalía estadística, este fenómeno es el resultado de dinámicas estructurales en la distribución funcional del ingreso que las métricas tradicionales han subestimado de manera sistemática.

El coeficiente de Gini adolece de un sesgo análogo: mide la dispersión matemática del ingreso, pero ignora su origen funcional —es decir, si proviene del trabajo o del capital— y su interacción con la autonomía financiera del Estado. Es ciego, además, a la lucha distributiva entre capital y trabajo y a su relación con la estabilidad macroeconómica. Un país donde todos sus habitantes fueran igualmente pobres, o igualmente dependientes de la deuda, exhibiría un Gini perfecto, ocultando así la realidad material de su bienestar.

Frente a estas limitaciones, la presente investigación propone un giro copernicano en la forma de conceptualizar y medir el bienestar. Se sostiene que la pobreza multidimensional y el estancamiento del desarrollo no son únicamente problemas de mercado, sino propiedades emergentes de sistemas complejos que operan en condiciones de distribución desigual. Para abordar esta complejidad, se propone la consolidación teórica y metodológica del Índice de Distribución Justa y Bienestar Multidimensional (IDJ+BM). A diferencia de los índices unidimensionales como el coeficiente de Gini, el IDJ+BM integra la participación del trabajo en la renta nacional —la Remuneración de Empleados— como un pilar causal y estructural del bienestar humano, y no como una variable secundaria o residual.

La innovación central de esta propuesta, sin embargo, no reside únicamente en la selección de variables, sino en el enfoque metodológico adoptado para su análisis: el instrumento no es un espejo pasivo de la economía, sino un molde activo que condiciona lo que somos capaces de observar. Reconociendo que las conexiones entre distribución, robustez soberana y bienestar no son simples ni directas, esta investigación abandona las herramientas de la econometría frecuentista clásica en favor de la Estadística Bayesiana Jerárquica. Este

enfoque permite capturar la incertidumbre y la interdependencia estructural inherentes a los datos socioeconómicos, incorporar información previa (*priors*) fundamentada en la teoría económica postkeynesiana, y comprender la justicia distributiva como un atractor que organiza el comportamiento del sistema socioeconómico hacia estados de mayor o menor entropía geopolítica. Es, en suma, un método que permite alinear la métrica multidimensional propuesta con la naturaleza termodinámica de la desigualdad.

Esta propuesta fundamenta, asimismo, la creación del Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ), una institución diseñada para monitorear estas dinámicas a escala global y proveer a los gobiernos y organismos multilaterales de una brújula calibrada no solo para medir el crecimiento, sino para evaluar la consistencia estructural y la soberanía de dicho crecimiento.

Capítulo 2. Marco teórico: convergencia de disciplinas para una nueva economía política

La fundamentación teórica del IDJ+BM representa una síntesis interdisciplinaria que articula la economía política postkeynesiana, la teoría de los sistemas complejos y la geopolítica de la autonomía estratégica.

2.1 La distribución funcional como motor termodinámico de la soberanía

En el corazón del IDJ+BM se encuentra una recuperación de la tradición de la economía política clásica, representada por autores como Michal Kalecki y Nicholas Kaldor. A diferencia de la síntesis neoclásica, que trata la distribución del ingreso como un precio de mercado determinado por la productividad marginal, este enfoque entiende la distribución como una variable exógena, determinada por las relaciones de poder institucional, que condiciona no solo la demanda efectiva, sino la viabilidad financiera del Estado.

El indicador central del índice —la Remuneración de Empleados como porcentaje del PIB (%RE/PIB)— actúa como el regulador termodinámico del sistema. Una baja participación de los salarios, típica de los países PPDI, deprime el mercado interno y erosiona la base fiscal del Estado al reducir la recaudación del impuesto sobre la renta, generando lo que esta investigación denomina la "Trampa de la Dependencia": la nación se ve obligada a recurrir a la deuda externa para financiar su metabolismo social, introduciendo una fragilidad estructural que subordina la política nacional a los intereses de los acreedores globales. Por el contrario, una alta participación salarial —el caso de los países PADI— fomenta un ciclo virtuoso: salarios robustos generan una recaudación tributaria interna sólida, lo que permite al Estado acumular reservas y financiar su propia infraestructura tecnológica (EGDI) sin endeudamiento forzoso. A esta dinámica la llamamos el "Ciclo de Soberanía", una condición que, sostenemos, resulta necesaria para todas las naciones. Como señalan Mata Mollejas y Asker Hasan (2018), la validación de la inversión productiva depende de la demanda; por tanto, una distribución justa es la precondition de la Robustez Soberana.

2.2 Sistemas complejos y la Robustez Soberana

Desde la perspectiva de la complejidad sistémica, y a diferencia de la visión ortodoxa, la economía no tiende hacia un equilibrio mecánico estático. Por el contrario, opera como un sistema adaptativo complejo, abierto, caracterizado por interdependencias profundas, no linealidades y bucles de retroalimentación que la mantienen lejos del equilibrio termodinámico (Arthur, 2014; Capra & Luisi, 2014).

Bajo este paradigma, el Modelo IDJ+BM postula que la justicia distributiva actúa simultáneamente como un parámetro de control termodinámico y como un generador de energía interna del sistema. La dinámica es crítica: cuando la desigualdad supera un umbral de ruptura (*tipping point*), la economía pierde su capacidad basal de generar demanda interna y, de manera crucial, recaudación fiscal autónoma. Esto fuerza al sistema a buscar fuentes de energía exógenas —el financiamiento externo— para sostener su metabolismo económico y social.

Introducimos aquí el concepto de Robustez Soberana, entendida como la capacidad termodinámica del Estado para financiar su propio desarrollo sin depender de deuda externa condicionante. En términos de física estadística, un alto endeudamiento externo sin el respaldo de reservas líquidas equivale a un aumento de la entropía —del desorden— del sistema, restando al Estado grados de libertad para ejecutar políticas públicas.

Por tanto, la injusticia distributiva no solo genera pobreza: degrada la solvencia estructural del sistema, aumentando la entropía financiera y la dependencia geopolítica. Este estado de degradación sistémica eleva los costos de transacción y erosiona el capital institucional, destruyendo la capacidad del Estado para generar bienestar con independencia del volumen absoluto del PIB agregado (Acemoglu & Robinson, 2012).

En consecuencia, el IDJ+BM incorpora explícitamente el indicador de Robustez Soberana (RS), reconociendo que la relación entre ingreso y bienestar depende de la autonomía financiera del Estado: un PIB per cápita elevado es irrelevante si el país está hipotecado o carece de reservas estratégicas. Esta constatación justifica metodológicamente el abandono de las regresiones lineales simples en favor de modelos de redes bayesianas capaces de capturar estas interacciones complejas, la incertidumbre estructural y los puntos de inflexión catastróficos.

2.3 El enfoque de capacidades y la base material

Finalmente, el índice se ancla conceptualmente en el enfoque de capacidades de Amartya Sen, que redefine la pobreza como la privación de libertades sustantivas para llevar la vida que cada persona valora. El IDJ+BM introduce, no obstante, una corrección geopolítica y materialista a este enfoque: las capacidades humanas —educación de calidad, salud, acceso a tecnología— requieren una base material de financiamiento soberano para volverse efectivas.

La premisa que sostiene esta corrección es que la libertad positiva no es gratuita. Los derechos sociales no se sostienen en el vacío ni pueden financiarse indefinidamente con deuda externa; requieren economías donde

el factor trabajo capture una parte sustancial del excedente (%RE/PIB). Solo así se garantiza una base fiscal sólida —una recaudación interna alta— que dote al Estado de la Robustez Soberana necesaria para financiar el desarrollo de sus ciudadanos sin subordinarse a condicionalidades externas. En este modelo, la justicia distributiva es el cimiento material de la libertad política.

Capítulo 3. Metodología: criterios de clasificación estructural

3.1 El enfoque sistémico de la remuneración

Para la agrupación de los países objeto de estudio, esta investigación adopta la clasificación estructural propuesta por Giuseppe (2024), derivada de la tesis doctoral sobre el Índice de Distribución Justa de Ingresos (IDJI). Este enfoque establece la Remuneración de Asalariados como porcentaje del PIB (RE %PIB) como la variable *proxy* fundamental para determinar la equidad estructural de una economía, más allá de su nivel de ingreso per cápita.

Tomando como referencia el promedio mundial de 2021 (42%) y los umbrales de sostenibilidad social identificados en la tesis doctoral del autor (Giuseppe, 2024), se establece una taxonomía de cuatro arquetipos de distribución, independientes del puntaje final del índice:

- Países con Alta Distribución de Ingresos (PADI): economías donde el factor trabajo recibe la mayor parte de la renta generada ($RE \geq 50\%$ del PIB).
- Países con Mediana Distribución de Ingresos (PMDI): economías situadas por encima del promedio mundial, sin alcanzar la hegemonía del trabajo ($42\% \leq RE < 50\%$ del PIB).
- Países con Baja Distribución de Ingresos (PBDI): economías con una participación laboral inferior al promedio mundial, indicativa de alta concentración de capital o rentismo ($34\% < RE < 42\%$ del PIB).
- Países con la Peor Distribución de Ingresos (PPDI): economías críticas donde la participación salarial es marginal, señal de fragilidad estructural extrema ($RE \leq 34\%$ del PIB).

Esta taxonomía no es meramente descriptiva: como se desarrolla en los capítulos siguientes, constituye la base sobre la cual el modelo bayesiano jerárquico estima la probabilidad de robustez, modernización tecnológica y resiliencia ante crisis de cada bloque de países.

Capítulo 4. El Índice de Distribución Justa de Ingresos (IDJI)

El Índice de Distribución Justa de Ingresos (IDJI) constituye el núcleo duro de la propuesta y representa el 60% del peso total del modelo integrado. Se diseña para capturar la salud estructural de la economía desde la perspectiva del trabajador y la estabilidad social. A diferencia de los índices puramente monetarios, el IDJI es un constructo vectorial que normaliza y agrega seis dimensiones críticas.

4.1 Componentes del IDJ y su justificación sistémica

El cálculo del IDJ para un país i en el tiempo t se define mediante la agregación de seis variables normalizadas. La selección de estas variables responde a la necesidad de captar tanto el flujo de ingresos como los *stocks* de soberanía y las erosiones del poder adquisitivo.

Remuneración de Empleados (% RE/PIB). Mide la participación de la masa salarial total en el Producto Interno Bruto y es el indicador *proxy* de la lucha distributiva entre capital y trabajo. Un valor alto ($\geq 50\%$) indica una economía orientada al consumo interno y al bienestar de la mayoría: Suiza, con 58,0%, representa el ideal normativo de la muestra de 2021, mientras que países como India (14,2%) o Venezuela (20,6%) muestran una desconexión estructural entre la producción de riqueza y su retribución al trabajo. Se normaliza mediante una escala directa relativa al máximo observado en la muestra.

Salario Mínimo Interprofesional (SMI). Es el piso legal de remuneración, convertido a dólares corrientes para comparabilidad. Establece el umbral de dignidad y actúa como estabilizador automático de la demanda agregada en la base de la pirámide social. La disparidad observada en la muestra es abismal: desde los 4.300 dólares de Suiza hasta los 10 dólares de Venezuela o los 20 dólares de Sudán. Se normaliza mediante escala directa respecto al valor de referencia.

PIB per cápita (YNPC). Aunque insuficiente por sí mismo, es necesario para contextualizar el volumen total de recursos disponibles: una distribución justa del 100% de la nada sigue siendo pobreza, de modo que el tamaño de la economía también importa. Luxemburgo, con 133.590 dólares, marca la frontera de posibilidades de producción en la muestra. Se normaliza mediante escala directa.

Tasa de Inflación (P). Actúa como un impuesto regresivo no legislado que erosiona el salario real. En sistemas complejos, la hiperinflación —como el 234% registrado en Venezuela o el 235% en Sudán durante 2021— introduce en el sistema de precios un ruido que destruye la capacidad de planificación económica de los hogares. Se normaliza de forma inversa, penalizando los valores más altos: $(1 - \text{valor normalizado})$.

Tasa de Desempleo (D). Representa la máxima expresión de ineficiencia distributiva: recursos humanos ociosos y sin ingresos. Debilita el poder de negociación sindical —el llamado ejército industrial de reserva— y deprime los salarios. Se normaliza de forma inversa.

Robustez Soberana (RS). Se define como la relación entre Reservas Internacionales y Deuda Externa Total (Reservas / Deuda) y mide el grado de independencia del sistema económico. En la teoría de sistemas complejos actúa como el "colchón de amortiguación" ante shocks externos: un país con altas reservas respecto a su deuda —como China o Rusia— exhibe una alta entropía negativa (orden), lo que le permite sostener políticas de bienestar sin injerencia externa, mientras que las economías endeudadas pierden sus grados de libertad. Se normaliza mediante escala directa: a mayor ratio, mayor soberanía.

4.2 Formulación matemática del IDJ

La estructura matemática del IDJ se define como un sistema vectorial agregado que integra las seis dimensiones normalizadas descritas. La fórmula se plantea como un promedio aritmético ponderado, bajo la premisa de que la justicia distributiva no es un fenómeno aislado, sino el resultado de la interacción entre el flujo de ingresos de los hogares y la solvencia estratégica del Estado:

$$IDJ(t) = [RE(norm) + SMI(norm) + YNPC(norm) + (1 - P(norm)) + (1 - D(norm)) + RS(norm)] / 6$$

En esta formulación, la Robustez Soberana (RS) constituye un componente aditivo fundamental: la ecuación asume axiomáticamente que la acumulación de reservas y la independencia de la deuda externa contribuyen positivamente al índice, en su condición de soporte material indispensable para el bienestar. La Inflación (P) y el Desempleo (D), en cambio, penalizan el índice —se restan de 1— al representar entropía o desorden sistémico.

Capítulo 5. El Índice de Bienestar Multidimensional (IBM)

Mientras el IDJ mide los medios y la estructura económica, el Índice de Bienestar Multidimensional (IBM) mide los fines y los resultados. Representa el 40% del peso en el índice integrado, en consonancia con la premisa de que el objetivo último de la economía es el bienestar humano, pero que ese bienestar solo es sostenible si se asienta sobre una base material sólida.

5.1 Dimensiones del IBM

Salud (gasto corriente en salud, % del PIB). No mide solo la esperanza de vida, sino el compromiso fiscal del Estado con la soberanía sanitaria. Existe una correlación visible en los datos: los países PADI, como Alemania, destinan el 11% del PIB a salud, mientras que los PPDI, como India o Venezuela, apenas alcanzan el 1% o el 0,2%, respectivamente. Esto demuestra que la capacidad de financiar la salud pública no es una cuestión de voluntad política, sino una función directa de la riqueza capturada y redistribuida.

Educación (Índice de Desarrollo Humano / capital humano). Mide el logro educativo y la esperanza de escolaridad. Suiza y Alemania alcanzan niveles cercanos al máximo (0,962 y 0,942, respectivamente), mientras que países con baja distribución, como Sudán, caen a 0,508. La educación actúa como un mecanismo de retroalimentación positiva: una mayor educación incrementa la productividad laboral, lo que en teoría debería permitir mayores salarios, cerrando así el bucle del IDJ.

Medio ambiente (huella ecológica per cápita). Aquí reside una de las tensiones más interesantes reveladas por el índice. Se utiliza la huella ecológica de consumo, en hectáreas globales por persona. Países PADI como Islandia exhiben una huella desorbitada (12,6 gha por persona), lo que penaliza su puntaje de bienestar, mientras que Burundi, un país PPDI, registra una huella mínima (0,59 gha por persona). Este indicador revela el *trade-off* entre desarrollo y sostenibilidad: el modelo PADI vigente, aunque justo socialmente, es

ecológicamente intensivo. Al penalizar este consumo mediante normalización inversa, el IBM obliga a repensar el bienestar no solo como consumo, sino como sostenibilidad.

Gobernanza digital (EGDI – *E-Government Development Index*). Es el índice de Naciones Unidas que evalúa la capacidad del gobierno para utilizar las tecnologías de la información en la prestación de servicios públicos, considerando tres dimensiones: servicios en línea, infraestructura de telecomunicaciones y capital humano. Un Estado con un EGDI alto —como Estonia o Corea del Sur— demuestra una administración eficiente, que reduce la burocracia y aumenta la transparencia estructural mediante la tecnología, con independencia de su orientación ideológica. La digitalización es la herramienta contemporánea de la planificación económica efectiva, y su implementación depende directamente de la Robustez Soberana para financiar la infraestructura tecnológica necesaria.

5.2 Formulación matemática del IBM

Al igual que el IDJI, el IBM se construye como un vector agregado de cuatro componentes normalizados. La fórmula reconoce que el bienestar es un fenómeno emergente que requiere el equilibrio entre el capital humano (salud, educación), la capacidad técnica del Estado (EGDI) y el respeto a los límites planetarios (huella ecológica):

$$\text{IBM}(t) = [S(\text{norm}) + E(\text{norm}) + \text{GD}(\text{norm}) + (1 - A(\text{norm}))] / 4$$

Donde S(norm) y E(norm) —salud y educación— representan la acumulación de capital humano; GD(norm) —gobernanza digital— representa la eficiencia técnica del Estado; y A(norm) —huella ecológica— se introduce como factor de penalización (1 – A), bajo la premisa de que un alto consumo de recursos naturales resta bienestar neto a las generaciones futuras.

5.3 Escalas de medición del desempeño

El desempeño en los índices IDJI, IBM y en el consolidado IDJ+BM se evalúa mediante una escala de normalización común. Para la interpretación de los resultados de 2024 se aplican los siguientes rangos de valoración.

Nivel de Desempeño	Rango de Puntaje	Interpretación
Muy Alto	$\geq 0,700$	Excelencia Sistémica (Equilibrio Economía-Bienestar)
Alto	0,550 – 0,699	Desempeño Sólido (Potencias y Emergentes consolidados)
Medio	0,400 – 0,549	Desempeño Promedio con brechas distributivas
Bajo	$< 0,400$	Desempeño Crítico o Rezago Estructural

Cuadro 1. Escala de valoración unificada para los índices IDJI, IBM e IDJ+BM. Fuente: adaptado de Giuseppe (2024), tesis doctoral "Distribución de los ingresos y beneficios desde una perspectiva sistémica-compleja".

Capítulo 6. Integración sistémica: equiponderación y escalas de interpretación

6.1 El principio de equiponderación dimensional

La integración del IDJI y el IBM en el escalar final IDJ+BM se fundamenta en un principio de equiponderación dimensional. A diferencia de los modelos tradicionales, que asignan pesos arbitrarios o políticos a ciertas dimensiones, este modelo adopta una postura de neutralidad sistémica: se reconoce que las diez variables seleccionadas actúan como eslabones de una misma cadena de desarrollo.

Bajo este enfoque, se abandona la ponderación asimétrica en favor de un promedio simple de componentes, con un peso del 10% por variable. Esta decisión teórica implica que la solvencia económica (Robustez), la capacidad de consumo (Remuneración) y el bienestar social (Salud, Educación) no son jerárquicos entre sí, sino codependientes: desde la perspectiva de la complejidad, no existe un "edificio social" sostenible sin "cimientos económicos" robustos, de modo que cada variable aporta la misma carga estructural al índice final.

Dado que el modelo consta de seis variables económicas (IDJI) y cuatro variables sociales (IBM), la equiponderación por variable individual otorga implícitamente un peso del 60% a la estructura económica y un 40% al bienestar social. Esta distribución corrige el sesgo "eurocéntrico" de otros índices, que sobrevaloran el gasto social sin considerar la sostenibilidad financiera que lo sustenta, y permite una valoración más justa de las economías emergentes con estructuras macroeconómicas sólidas.

Capítulo 7. Estrategia de cálculo: normalización y tratamiento de variables

Para garantizar la robustez estadística del IDJ+BM se descartó el uso de ponderaciones simples (cociente valor/máximo), por su sensibilidad a valores extremos (*outliers*) y a las distorsiones de escala cuando los mínimos muestrales difieren significativamente de cero. En su lugar, esta investigación adopta el método de normalización mínimo-máximo (Min-Max), siguiendo los estándares metodológicos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) empleados en el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Este enfoque estandariza indicadores heterogéneos —porcentajes monetarios, coeficientes, tasas— en un índice adimensional dentro del rango $[0, 1]$, definiendo la posición de cada país según su distancia relativa frente a los desempeños frontera (mejores y peores) observados en la muestra.

7.1 Protocolo de normalización

Variables con correlación positiva (mayor valor implica mejor desempeño): remuneración de asalariados, salario mínimo, PIB per cápita, gasto en salud, IDH, robustez y EGDI.

$$I(x) = (X(i) - X(\text{mín})) / (X(\text{máx}) - X(\text{mín}))$$

Este método ancla el índice a la realidad observada: al tomar el valor mínimo de la muestra como "piso" de la escala —en lugar de asumir un cero teórico—, permite una diferenciación más precisa y sensible entre los países de desempeño medio y alto.

Variables con correlación negativa (menor valor implica mejor desempeño): inflación, desempleo y huella ecológica.

$$I(x) = (X(\text{máx}) - X(i)) / (X(\text{máx}) - X(\text{mín}))$$

La inversión de la fórmula garantiza consistencia en la lectura del índice: los países con menores tasas de inflación o desempleo obtienen puntajes cercanos a 1, mientras que aquellos con los valores más críticos de la muestra —por ejemplo, hiperinflación— tienden a 0.

7.2 Tratamiento de valores atípicos: la metodología de *capping*

Durante el análisis exploratorio de datos del año base 2021 se detectaron distorsiones de escala en la variable de Robustez Soberana (Reservas/Deuda). Algunas economías —Libia y Arabia Saudita, entre ellas— presentaron ratios superiores a 12,0 debido a estructuras rentistas específicas, lo que comprimía artificialmente los puntajes de economías desarrolladas y diversificadas, cuyos ratios oscilan típicamente entre 0,5 y 1,0.

Para corregir esta distorsión sin excluir a dichos países se aplicó una técnica de truncamiento de escala (*capping*): se estableció un umbral de excelencia de 3,0, de modo que todo valor $x(i)$ superior a 3,0 se computa como 3,0 para efectos de la normalización. Esto asigna el puntaje máximo (1,00) a cualquier economía que posea tres veces más reservas que deuda, neutralizando el efecto de los *outliers* extremos sobre la varianza del resto de la muestra.

7.3 Definición y depuración de la muestra

Para evitar sesgos estructurales en las variables per cápita, se excluyeron de la muestra final los micro-Estados con poblaciones inferiores a 40.000 habitantes —el caso de Liechtenstein—, cuyos indicadores financieros atípicos actúan como valores extremos que distorsionan la normalización y dificultan la comparación entre economías de escala estándar.

7.4 Formulación matemática del índice integrado

El cálculo del modelo opera en dos niveles de agregación.

Nivel dimensional (sub-índices). Para el análisis sectorial se calculan el IDJ y el IBM como la media aritmética de sus componentes específicos —las dimensiones económica y de bienestar, respectivamente—, lo que permite identificar fortalezas y debilidades parciales de cada nación.

Nivel integral (índice IDJ+BM). Para la construcción del índice global se aplica el principio de equiponderación unitaria. El IDJ+BM no se calcula como el promedio de los dos sub-índices anteriores, sino como la media aritmética directa de las diez variables normalizadas ($V(n)$), cada una con una ponderación idéntica ($w = 0,10$):

$$\text{IDJ+BM} = (\sum V(1...6) / 6) \times 0,6 + (\sum V(7...10) / 4) \times 0,4$$

donde $V(1...6)$ corresponden a las variables del IDJ (60%) y $V(7...10)$ a las variables del IBM (40%). Esta distribución es deliberada: el modelo asume sistémicamente que la robustez y la justicia económica son el prerequisite material indispensable para sostener cualquier nivel de bienestar social a largo plazo. Esta fórmula explica, además, por qué países sancionados —Rusia o Venezuela, por ejemplo— deben priorizar el motor económico (IDJ) para sostener el bienestar social (IBM): si el motor falla, el bienestar colapsa por simple peso gravitatorio.

En síntesis, el IDJ opera como el motor de soberanía económica (60%): la Remuneración (% PIB) es el nodo central (*hub*) que mide la distribución primaria del valor; el Salario Mínimo es el piso de dignidad y capacidad de consumo; el PIB per cápita aporta la escala y potencia de la economía; la Inflación y el Desempleo, invertidos, son indicadores de erosión del valor y exclusión sistémica; y la Robustez Soberana —el ratio Reservas/Deuda— define la autonomía real frente a la desconexión o las sanciones (mayor a 1,0: nodo soberano; menor a 0,5: nodo dependiente). El IBM, por su parte, opera como el registro del bienestar sistémico y sus resultados (40%): Salud e IDH miden el compromiso fiscal y los resultados agregados en capital humano; la Huella Ecológica, invertida, mide la sostenibilidad y los límites termodinámicos; y la Gobernanza Digital (EGDI) mide la conectividad institucional y la eficiencia del Estado para procesar y distribuir recursos.

7.5 El índice como mecanismo de control de calidad institucional

Esta síntesis matemática actúa como un mecanismo estricto de control de calidad institucional, capaz de evitar dos distorsiones comunes en la medición del desarrollo.

La primera es la penalización del "populismo financiero": un país puede intentar inflar artificialmente su bienestar —aumentando el gasto en salud o los salarios— mediante deuda o emisión monetaria irresponsable. Bajo este modelo, sin embargo, la mejora en las variables sociales se ve neutralizada por el desplome de la Robustez Soberana y de la Inflación, lo que castiga el puntaje final: el sistema no premia el bienestar financiado con la ruina futura.

La segunda es la penalización del "crecimiento extractivo sin reparto": una nación con altos ingresos por exportación —PIB per cápita y reservas altas— que descuida su tejido social obtendrá puntajes bajos en Remuneración % PIB, en EGDÍ y en Salud, lo que impedirá su clasificación en los niveles de excelencia ("Muy Alto") y revelará la fractura de su modelo de desarrollo.

Capítulo 8. Resultados empíricos del modelo lineal ponderado (2021-2024)

Al aplicar el modelo a los 73 países de la muestra de 2021 y 2024 emergen patrones que confirman la hipótesis de la causalidad sistémica.

8.1 La supremacía del modelo PADI

Los países clasificados como PADI consolidan su dominio en la cima del ranking IDJ+BM 2024. Suiza ratifica su primer lugar con un puntaje de 0,781 —un incremento notable frente al 0,684 de 2021—. Su éxito sistémico se fundamenta en una remuneración al trabajo del 62% del PIB y un salario mínimo interprofesional de 3.800 dólares, blindado por una inflación controlada del 1,1%. Este equilibrio virtuoso demuestra que la alta distribución, combinada con una gobernanza impecable (EGDÍ de 0,942), es la ruta más eficiente hacia la excelencia en bienestar.

8.2 La paradoja ambiental de los países desarrollados

El análisis de Alemania (puesto 5, IDJ+BM 0,672) y de Estados Unidos (puesto 12, IDJ+BM 0,635) revela las tensiones del modelo avanzado. Alemania se mantiene como un PADI robusto (RE 54%), pero su puntaje se ve lastrado por una huella ecológica de 4,4 gha, lo que evidencia que incluso la alta distribución no garantiza por sí sola la sostenibilidad ambiental. Estados Unidos, por su parte, presenta una anomalía estructural: a pesar de su inmenso PIB per cápita, se clasifica como PMDÍ, con una remuneración del 48,4%, lo que refleja una fractura social persistente. Su Robustez Soberana (0,65) es significativamente inferior a la de sus pares europeos, y su altísimo gasto en salud (16,5% del PIB) sigue siendo una ineficiencia del IBM, en la medida en que infla el puntaje sin resolver la fragilidad del bienestar básico.

8.3 El colapso de los PPDÍ y el caso de Venezuela

En la base de la tabla, los países con la peor distribución (PPDÍ) enfrentan un colapso multidimensional. Sudán (puesto 73, IDJ+BM 0,252) y Etiopía (puesto 71, IDJ+BM 0,326) personifican la trampa de la baja complejidad: remuneraciones inferiores al 30% y una robustez soberana cercana a cero (0,09). Venezuela (puesto 67, IDJ+BM 0,358) muestra una transición crítica: aunque ha subido posiciones desde 2021 gracias a la reducción de la hiperinflación y a una leve mejora en la participación laboral (RE 24,5%), su estructura sigue rota. La política de bonificación —el Ingreso Mínimo Integral de 131,5 dólares— actúa como un respirador artificial

que no logra sustituir la ausencia de un salario formal robusto ni compensar la parálisis de la inversión en salud (2,5% del PIB), causada por el bloqueo de reservas y la caída de la producción petrolera.

8.4 El ascenso de China y la planificación sistémica

China ha escalado al puesto 32 del ranking, con un sólido puntaje de 0,642, consolidándose como una potencia PADI. Con una remuneración de asalariados del 53,8%, China demuestra que el fortalecimiento del mercado interno mediante salarios crecientes es compatible con una Robustez Soberana formidable (1,28). Su rápido ascenso en gobierno digital (EGDI 0,865) y la contención de la inflación (0,6%) confirman la superioridad de una planificación estatal orientada a la distribución frente a los modelos de libre mercado que descuidan el factor trabajo. Su desafío remanente es la huella ambiental (3,9 gha), que sigue siendo el principal lastre de su bienestar sistémico.

Capítulo 9. Hacia la inferencia bayesiana: justificación y especificación del modelo jerárquico

Si bien el cálculo aritmético presentado en los capítulos anteriores ofrece una radiografía descriptiva potente, la naturaleza de los datos —una muestra pequeña de $N = 73$ países, alta heterogeneidad e interdependencia causal— sugiere limitaciones en la inferencia estadística clásica. Para robustecer el IDJ+BM y permitir proyecciones de política pública, esta investigación propone una evolución hacia un marco de inferencia bayesiana.

9.1 Del dato lineal a las redes bayesianas

Más allá del cálculo aritmético del índice, la verdadera innovación analítica de esta propuesta reside en el tratamiento de los datos. Reconociendo que las variables económicas no interactúan de forma lineal (causa $A \rightarrow$ efecto B), el Modelo IDJ+BM utiliza una arquitectura de redes bayesianas —grafos acíclicos dirigidos, o DAG por sus siglas en inglés— para el análisis de datos.

En lugar de simples regresiones, los datos de los 73 países alimentan un motor de inferencia probabilística, implementado en Python, que modela las dependencias condicionales entre las variables. Esto permite transformar el índice descriptivo en una herramienta prescriptiva, capaz de responder preguntas contrafactuales de Estado: ¿cuál es la probabilidad de que un país pierda su soberanía tecnológica (EGDI) si su distribución del ingreso cae por debajo del 34% (PPDI)? ¿Cuánto aumenta la resiliencia ante crisis sanitarias si el Estado incrementa su Robustez Soberana (Reservas/Deuda)? Este enfoque convierte al IDJ+BM en algo más que un ranking: lo constituye como un simulador de políticas públicas, en el que la justicia distributiva es la variable de entrada crítica para modular la entropía del sistema geopolítico.

9.2 Justificación del enfoque bayesiano

Tres razones fundamentan la adopción de la estadística bayesiana en este modelo.

La primera es el manejo de la incertidumbre. A diferencia de los estimadores puntuales, el enfoque bayesiano genera una distribución posterior para el ranking de cada país, lo que permite responder preguntas probabilísticas del tipo: "¿cuál es la probabilidad de que la verdadera calidad de vida en el país A sea superior a la del país B, dado el error de medición?".

La segunda es la incorporación de información previa (*priors*). El conocimiento teórico postkeynesiano puede incorporarse directamente en los *priors*: sabemos, por ejemplo, que la hiperinflación destruye el bienestar, de modo que es posible imponer un *prior* informativo que penalice fuertemente esta variable, guiando la inferencia en países con datos escasos.

La tercera es el modelado jerárquico. Los países no son independientes entre sí: pertenecen a regiones y a grupos económicos (PADI, PMDI, PBDI, PPDJ). Un modelo jerárquico permite compartir información estadística entre países similares —*partial pooling*—, mejorando la estimación para aquellos con datos ruidosos o incompletos.

9.3 Especificación del modelo jerárquico

Se propone modelar el IDJ+BM latente ($\theta(i)$) para cada país i como una variable no observada que genera los indicadores observados, en tres niveles.

Nivel 1: verosimilitud. Cada indicador observado $y(ij)$ —por ejemplo, Salud, Gini o Inflación— para el país i y la variable j proviene de una distribución normal centrada en el valor latente transformado:

$$y(ij) \sim N(\alpha(j) + \beta(j) \cdot \theta(i), \sigma(j)^2)$$

donde $\theta(i)$ es el verdadero nivel de "distribución justa y bienestar" del país i , y $\beta(j)$ es la carga factorial o sensibilidad del indicador j al bienestar latente. Se espera $\beta > 0$ para Salud y $\beta < 0$ para Inflación.

Nivel 2: estructura jerárquica (*priors* jerárquicos). Se modela la variable latente $\theta(i)$ condicionada a la pertenencia del país al grupo g (PADI, PMDI, etc.):

$$\theta(i) \sim N(\mu(g), \tau(g)^2)$$

Esto captura explícitamente la hipótesis de que los países PADI tienen una media de bienestar $\mu(\text{PADI})$ estructuralmente superior a $\mu(\text{PPDI})$.

Nivel 3: hiperpriors. Se asignan distribuciones a los hiperparámetros de grupo para permitir que los datos dominen la inferencia:

$$\mu(g) \sim N(0, 1) \quad \tau(g) \sim \text{Cauchy}(0, 2, 5)$$

9.4 Análisis de causalidad probabilística: Redes de Creencias Bayesianas

Más allá del índice, se propone utilizar Redes de Creencias Bayesianas (*Bayesian Belief Networks*, BBN) para testear la estructura causal del sistema, siguiendo el teorema de Bayes:

$$P(\theta \mid D) = [P(D \mid \theta) \cdot P(\theta)] / P(D)$$

De forma análoga, puede modelarse la probabilidad condicional de la Gobernanza (G) dado el nivel de Remuneración de Empleados (RE):

$$P(G \mid RE) = [P(RE \mid G) \cdot P(G)] / P(RE)$$

Este enfoque permitiría al Observatorio simular escenarios contrafactuales —por ejemplo: "si Brasil aumenta su participación salarial al 50%, transitando a PADI, ¿cómo cambia la distribución de probabilidad posterior de su estabilidad social y gobernanza?"—, transformando al IDJ+BM de una herramienta de diagnóstico en una herramienta de simulación de políticas.

Capítulo 10. Arquitectura sistémica del modelo: el Mapa de Nodos ODIJ

A diferencia de la suma ponderada lineal presentada en los capítulos 6 y 7, la representación bayesiana del IDJ+BM exige pensar el sistema como una red de nodos interdependientes, donde la probabilidad fluye de unos componentes a otros en lugar de sumarse aritméticamente. Este capítulo desarrolla la arquitectura de esa red —el Mapa de Nodos del ODIJ— y la traduce en las tablas de probabilidad condicional que gobiernan la inferencia.

10.1 Nodos padre: el origen del sistema

Las Instituciones y el PIB per Cápita constituyen las entradas del sistema. El tamaño de la economía importa, en la medida en que determina el volumen de recursos disponibles, pero la teoría que sustenta este modelo sostiene que son las relaciones de poder institucional las que determinan qué proporción de ese volumen llega efectivamente al trabajo. La Inflación, por su parte, actúa como una variable de interferencia o "ruido" que degrada la señal del resto de los nodos.

10.2 El nodo *hub*: Remuneración de Empleados

La Remuneración de Empleados (RE) es el corazón del modelo: no es una variable más, sino el regulador termodinámico de todo el sistema. Basta observar cuántas flechas causales salen de este nodo para advertir su centralidad: condiciona la capacidad fiscal —los impuestos sobre la renta—, el nivel de los salarios mínimos reales y la estabilidad social en su conjunto. En términos de teoría de redes, es el nodo de mayor peso informacional: conocer el valor de RE reduce drásticamente la incertidumbre sobre el resto de la red.

10.3 El nodo de resistencia: Robustez Soberana

Aquí reside la no linealidad más importante del sistema. La Robustez Soberana (RS) funciona como el "banco de capacitores" del modelo, siguiendo una lógica secuencial: si la distribución (RE) es alta —un PADI con mercado interno fuerte—, la probabilidad de que la Robustez sea alta también lo es, porque el Estado recauda y no necesita deuda excesiva; si la Robustez es alta, el sistema puede financiar el IBM (salud, educación); pero si la Robustez es baja —colapso de reservas—, el bienestar se bloquea, incluso si existe la intención política de proveerlo. Cuando el nodo de Robustez se "activa" en su estado de colapso, bloquea automáticamente la probabilidad de una buena inversión en Gobernanza Digital, con independencia de las demás variables: la insolvencia impide la modernización del Estado. Es precisamente este mecanismo el que modela el colapso sistémico observado en países como Sudán o Venezuela.

10.4 Los nodos de resultado y la paradoja ambiental

Salud y Educación no dependen directamente del PIB, sino del nodo intermedio de Capacidad Fiscal, que a su vez depende de que los salarios sean altos y generen recaudación. El Medio Ambiente, en cambio, mantiene una relación especial con el resto de la red: recibe flechas positivas tanto del PIB como de la Remuneración —más dinero implica más consumo—, lo que incrementa la huella ecológica. Este mecanismo captura el *trade-off* que atraviesa a los países PADI: son justos en términos sociales, pero intensivos en términos ecológicos.

10.5 El Mapa de Nodos: visualización de la arquitectura del sistema complejo ODIJ

La figura siguiente sintetiza la topología descrita en las secciones anteriores. A diferencia de un índice lineal, esta arquitectura visualiza cómo la energía económica fluye desde los nodos de entorno hacia el *hub* de distribución (RE % PIB), y es finalmente filtrada por la Robustez Soberana para producir resultados reales en salud, tecnología y estabilidad. El Mapa de Nodos ODIJ no es, por tanto, una representación estadística estática, sino una arquitectura de flujos de poder económico modelada mediante redes bayesianas, organizada en cuatro capas sistémicas que transforman los insumos institucionales en soberanía real.

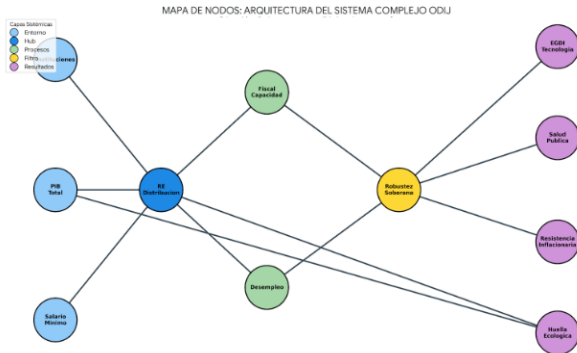


Figura 1. Mapa de Nodos: arquitectura del sistema complejo ODIJ. Elaboración propia (piloto 2025).

Capa de entorno y entradas (nodos azules). Constituye las condiciones iniciales y las palancas políticas del Estado. El nodo de Salario Mínimo Interprofesional actúa como inyector de energía social: no es solo un costo, sino una variable de decisión política que presiona al alza la participación del trabajo en el producto. Los nodos de Instituciones y PIB Total representan, respectivamente, la calidad del marco legal y la escala de la economía; ambos convergen hacia el corazón del sistema.

El hub generador (nodo azul profundo). La Remuneración de los Empleados es el regulador termodinámico y el hub central de la red: la justicia distributiva condiciona la estabilidad de todo el sistema. Un RE robusto reduce la entropía social y garantiza que el crecimiento del PIB se transforme en demanda efectiva, en línea con el círculo de Kalecki.

Capa de procesos y mecanismos de transmisión (nodos verdes). Aquí se procesa la riqueza distribuida. La Capacidad Fiscal es un nodo condicionado por la Remuneración: una alta distribución genera una base fiscal sólida y equitativa, basada en el consumo y la actividad real, y no en la extracción rentista. El Desempleo

actúa como indicador de fricción social: la red modela cómo la distribución justa tiende a estabilizar el pleno empleo mediante el fortalecimiento del mercado interno.

El filtro crítico de soberanía (nodo dorado). La Robustez Soberana —el ratio Reservas/Deuda— es el punto de control crítico del modelo: funciona como una "válvula de seguridad" o filtro de realidad. Si esta relación es baja —insolencia—, el sistema se vuelve vulnerable a los shocks externos, lo que provoca que los resultados de bienestar (IBM) se degraden o se vuelvan insostenibles, con independencia del tamaño del PIB.

Capa de resultados y salidas (nodos púrpura). Aquí se mide el impacto multidimensional. La Salud Pública y el EGDÍ no dependen linealmente del PIB, sino de la combinación de Capacidad Fiscal y Robustez Soberana. La Resistencia Inflacionaria se modela como la capacidad del sistema para absorber shocks de precios sin erosionar el bienestar, una propiedad emergente de la soberanía financiera. La Huella Ecológica, finalmente, opera como nodo de control de sostenibilidad: el modelo detecta la paradoja ambiental según la cual, a mayor justicia distributiva y PIB, aumenta la presión sobre el ecosistema, lo que permite al índice penalizar el desarrollo biofísicamente insostenible.

10.6 Tablas de probabilidad condicional: la termodinámica del modelo

El motor de inferencia del IDJ+BM se basa en un conjunto de Tablas de Probabilidad Condicional (CPT) que cuantifican las interacciones no lineales descritas en las secciones anteriores. A diferencia de las regresiones lineales, estas tablas permiten modelar umbrales críticos y comportamientos asimétricos entre los estados de distribución y la fragilidad social. A continuación se presentan las tres matrices fundamentales que gobiernan la red.

Tabla 1. La determinación de la distribución (el nodo hub)

Esta tabla modela la probabilidad de que un país pertenezca a uno de los cuatro bloques de distribución —PADI, PMDI, PBDI, PPDI— condicionada a sus Instituciones (poder de mercado) y a su PIB per cápita (recursos disponibles).

Estado de las Instituciones	Nivel de PIB per Cápita	P(PPDI) Colapso	P(PBDI) Baja	P(PMDI) Media	P(PADI) Alta
Débiles	Bajo	0,80	0,15	0,04	0,01
Débiles	Alto	0,50	0,30	0,15	0,05
Fuertes	Bajo	0,40	0,30	0,20	0,10
Fuertes	Alto	0,05	0,10	0,25	0,60

Matriz de probabilidad $P(\text{Distribución} \mid \text{Instituciones, PIB})$.

La tabla refleja que el crecimiento económico (PIB alto) por sí solo no garantiza una distribución justa. Si las instituciones son débiles —sindicatos suprimidos, oligopolios—, incluso con PIB alto la probabilidad de

alcanzar el estatus PADI es marginal (5%), y el país tiende a permanecer en PPDI o PBDI debido a la extracción de rentas.

Tabla 2. El atractor de solvencia: soberanía financiera

Esta es la tabla más crítica del modelo. Define la probabilidad de pérdida de Robustez Soberana basándose en la interacción entre la Distribución y el Desempleo. Aquí se codifica la no linealidad central del sistema: si hay mala distribución (PPDI), el Estado no recauda impuestos, se endeuda y, en consecuencia, pierde soberanía.

Bloque Distributivo	Nivel de Desempleo	Probabilidad de Insolvencia / Pérdida de Soberanía	Caracterización del Estado (Soberanía Financiera)
PADI (Suiza/Alemania)	Bajo	0,01	Autonomía Total. Altas reservas y superávit fiscal estructural.
PADI	Alto	0,05	Solvencia Sostenida. El ahorro interno absorbe el shock sin deuda externa.
PMDI (EE.UU./Brasil)	Bajo	0,2	Soberanía Condicionada. Estable, pero dependiente de refinanciamiento.
PMDI	Alto	0,4	Déficit Estructural. El desempleo erosiona la base fiscal y aumenta la deuda.
PBDI (Chile/Italia)	Bajo	0,5	Fragilidad Financiera. Baja capacidad de maniobra ante presiones externas.
PBDI	Alto	0,7	Crisis de Liquidez. Alta probabilidad de recurrir al FMI o endeudamiento agresivo.
PPDI (Vzla/Sudán)	Bajo	0,9	Dependencia Crítica. La soberanía está hipotecada; economía de subsistencia.
PPDI	Alto	0,99	Quiebra Soberana. Pérdida total de autonomía política y financiera.

Matriz de probabilidad $P(\text{Pérdida de Soberanía} = \text{Alta} \mid \text{Distribución, Desempleo})$.

Se observa aquí un "salto de fase": un país PADI con alto desempleo tiene solo un 5% de riesgo de perder su soberanía, gracias a la alta recaudación previa y a las reservas acumuladas, mientras que un país PBDI con el mismo nivel de desempleo salta a un 70% de riesgo de insolvencia. Esto valida la hipótesis de que la justicia

distributiva actúa como garante de la soberanía nacional, al permitir al Estado financiarse con recursos propios en lugar de depender de la deuda externa.

Tabla 3. La transmisión a la eficiencia estatal

Esta tabla modela cómo la solvencia financiera habilita o bloquea la capacidad de modernización tecnológica del Estado.

Estado de Robustez Soberana (RS)	Probabilidad de Alto Gobierno Electrónico (EGDI)	Explicación
Alta / Soberana (Superávit y Reservas)	0,9	Estado Digital Eficiente. La autonomía fiscal permite inversiones masivas en infraestructura TIC y automatización de procesos.
Baja / Dependiente (Endeudamiento Crítico)	0,05	Obsolescencia Analógica. La asfixia financiera impide la actualización tecnológica, condenando al Estado a la burocracia manual y lenta.

Matriz de probabilidad $P(\text{EGDI} = \text{Alto} \mid \text{Robustez Soberana})$.

Esta matriz refleja la correlación estructural observada: los países PPDI —Sudán o Venezuela, por ejemplo— presentan bajos índices de gobierno electrónico no por una "cultura de corrupción" o por falta de voluntad política, sino porque la restricción presupuestaria externa —la baja Robustez Soberana— impide la inversión de capital necesaria para digitalizar la administración pública. Sin justicia distributiva que genere recursos internos, el Estado no puede modernizarse.

Tabla de creencias: diagnóstico de soberanía estructural por bloque

La siguiente tabla sintetiza, para cada arquetipo distributivo, el diagnóstico probabilístico de soberanía que arroja la red bayesiana.

Variable Latente / Resultado	Arquetipo PADI (Ej. Suiza)	Arquetipo PMDI (Ej. EE.UU.)	Arquetipo PBDI (Ej. Chile)	Arquetipo PPDI (Ej. Venezuela)
Evidencia: %RE/PIB	>50%	44%	38%	20%
Prob. Pérdida de Soberanía	< 1% (Soberanía Intacta / Acreedor Neto)	28% (Soberanía Comprometida / Déficit)	52% (Soberanía Vulnerable / Dependencia)	96% (Soberanía Asediada / Restricción Externa)
Resiliencia Financiera (Prob. de mantener autonomía si aumenta el gasto)	Alta (95% probabilidad)	Media (60% probabilidad)	Baja (30% probabilidad)	Nula (<1% probabilidad)
Potencial de Modernización	Muy Alta (Estado Digital Pleno)	Media-Alta (Brecha Digital Institucional)	Media-Baja (Burocracia Analógica)	Crítica (Bloqueo Tecnológico)

Variable Latente / Resultado	Arquetipo PADI (Ej. Suiza)	Arquetipo PMDI (Ej. EE.UU.)	Arquetipo PBDI (Ej. Chile)	Arquetipo PPDI (Ej. Venezuela)
(Probabilidad teórica de Alto EGD)				

Tabla de creencias: diagnóstico de soberanía estructural por bloque.

Esta tabla revela que los países clasificados como PMDI —Estados Unidos, por ejemplo—, a pesar de su alto ingreso per cápita, operan con una probabilidad de pérdida de soberanía cercana al 30%. Esto cuantifica matemáticamente lo que podemos llamar la "paradoja del crecimiento endeudado": el crecimiento del PIB sin una distribución justa que fortalezca la base fiscal interna genera economías ricas en flujo de caja, pero estructuralmente dependientes de la deuda, lo que limita su margen de maniobra geopolítica a largo plazo.

Capítulo 11. Motor estadístico: algoritmos Monte Carlo Hamiltonianos (HMC)

El desarrollo del Modelo IDJ+BM ha transitado por diversas fases de validación técnica. Las inferencias iniciales, correspondientes al período 2021-2023, se basaron en algoritmos MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*) tradicionales —entre ellos el muestreo de Gibbs—, efectivos para el diagnóstico descriptivo y la identificación de tendencias base, en la medida en que exploran el espacio de datos como un "caminante aleatorio". Sin embargo, la complejidad de los retos globales hacia 2030 exigió una actualización del motor estadístico.

En esta nueva fase, el Observatorio de la Distribución Justa del Ingreso (ODIJ) se dota de algoritmos de Monte Carlo Hamiltoniano (HMC). Esta evolución no es meramente técnica, sino conceptual: implica pasar de una "caminata aleatoria" por los datos a una "exploración geométrica" de la realidad económica.

11.1 Fundamento teórico: la geometría de la probabilidad

El motor HMC representa la evolución del IDJ+BM hacia la computación de alto rendimiento, al utilizar el gradiente de la función —su pendiente matemática— para deslizarse hacia las zonas de mayor probabilidad. Es el método elegido para resolver la complejidad de las diez variables del IDJ+BM, especialmente cuando estas presentan correlaciones altas, como ocurre entre la Remuneración % PIB y la Robustez Soberana.

El algoritmo HMC suprime el comportamiento de "camino aleatorio" propio del MCMC tradicional introduciendo variables auxiliares de momento (p). En lugar de saltar al azar, simula la trayectoria de una partícula física que se desliza sobre la superficie de la distribución de probabilidad posterior. Esto resulta particularmente relevante para un indicador económico-social como el IDJ+BM, cuyas diez variables están profundamente interconectadas: el uso del MCMC tradicional genera "ruido lógico" en la interpretación de los resultados desde una perspectiva economicista, mientras que el HMC, al utilizar el gradiente para navegar con exactitud hacia los valores de mayor verosimilitud, aumenta la precisión en la complejidad. Mediante el

muestreador NUTS (*No-U-Turn Sampler*), el modelo garantiza que las proyecciones económicas de los países estudiados alcancen un equilibrio estadístico irrefutable, eliminando los sesgos de simulación. El motor HMC es, además, excepcionalmente robusto para responder a las diez preguntas de inteligencia económica presentadas en el capítulo siguiente, incluso en condiciones extremas —shocks de desempleo, crisis inflacionarias o sanciones—, al capturar no linealidades que otros modelos ignoran.

11.2 La función hamiltoniana del IDJ+BM

Aunque las fórmulas presentadas en capítulos anteriores definen la estructura del índice, su valor final no es una media aritmética simple, sino el resultado de la inferencia bayesiana:

$$P(\theta | D) = [P(D | \theta) \cdot P(\theta)] / P(D)$$

El algoritmo Monte Carlo Hamiltoniano simula la distribución posterior de los nodos del sistema, permitiendo que el IDJ+BM final refleje no solo el promedio, sino la probabilidad de estabilidad del sistema ante shocks externos. Para estimar los parámetros β del modelo se define el Hamiltoniano $H(\beta, p)$ como la suma de la energía potencial y la energía cinética:

$$H(\beta, p) = U(\beta) + K(p)$$

donde $U(\beta) = -\log[P(D | \beta) \cdot P(\beta)]$ es la energía potencial, definida como el logaritmo negativo de la probabilidad posterior de las diez variables del modelo, y $K(p) = \frac{1}{2} p^T M^{-1} p$ es la energía cinética, en la que p es el vector de momento y M es la matriz de masa que regula el tamaño de los saltos.

11.3 El integrador Leapfrog ("salto de rana")

Para proyectar la trayectoria de las variables hacia el año 2030, el motor del ODIJ utiliza las ecuaciones de movimiento de Hamilton, resueltas mediante el método *Leapfrog* en tres pasos por cada iteración L : una actualización de medio paso del momento, $p(t+\epsilon/2) = p(t) - (\epsilon/2) \cdot \nabla U(\beta(t))$; una actualización de paso completo de la posición —las variables del IDJ+BM—, $\beta(t+\epsilon) = \beta(t) + \epsilon \cdot M^{-1} \cdot p(t+\epsilon/2)$; y una actualización del medio paso final del momento, $p(t+\epsilon) = p(t+\epsilon/2) - (\epsilon/2) \cdot \nabla U(\beta(t+\epsilon))$. En estas expresiones, $\nabla U(\beta)$ es el gradiente, o "pendiente", de la realidad económica observada en los 73 países de la muestra.

11.4 Procedimiento de aplicación en el ODIJ (2024-2030)

El protocolo de simulación para los 73 países analizados sigue cuatro etapas. En la inicialización se establecen los valores actuales (2024) de las variables $V1$ a $V10$ como estado inicial β_0 . En el muestreo de momento se genera, en cada iteración, un impulso aleatorio $p \sim N(0, M)$. En la simulación de trayectoria se ejecutan L pasos del integrador *Leapfrog* para proponer un nuevo estado β —la proyección 2030—. Finalmente, en el criterio de aceptación de Metropolis se acepta el nuevo estado con probabilidad $\alpha = \min(1, \exp[H(\beta(t), p(t)) - H(\beta, p^*)])$. Debido a la conservación de la energía, la tasa de aceptación del HMC es cercana al 100%, lo que elimina el desperdicio computacional característico del MCMC tradicional.

11.5 Ventaja estratégica del motor HMC

La implementación del motor HMC permite al Observatorio superar la "maldición de la dimensionalidad", al manejar eficientemente las diez dimensiones del índice sin que el tiempo de cálculo crezca exponencialmente; capturar no linealidades, identificando si un país en categoría PPDÍ —Nigeria o Etiopía, por ejemplo— tiene una pendiente favorable para transitar hacia PMDI o PADI antes de 2030; y garantizar la convergencia mediante el algoritmo NUTS, una extensión del HMC que permite que el modelo decida automáticamente cuánto "caminar" en la simulación, evitando que la proyección regrese sobre sí misma y asegurando un ranking 2030 estadísticamente irrefutable. El ODIJ no es, por tanto, un mero repositorio de datos, sino un laboratorio de física social que emplea algoritmos de última generación —los mismos que utiliza la inteligencia artificial avanzada— para predecir la justicia distributiva.

11.6 Ejercicio práctico: el simulador de retorno soberano

Para ilustrar la operatividad del motor HMC se aplica la Pregunta 2 del modelo —el Simulador de Retorno Soberano, o Delta de Autonomía— al caso de Argentina, un país clasificado en la categoría PBDÍ cuya situación resulta ideal para medir cuánto "blindaje" ganaría al dar el salto al siguiente nivel distributivo.

Datos de entrada (evidencia actual, 2024 estimado). RE % PIB (V1): 39,2%, categoría PBDÍ. Robustez Soberana (V6): 0,524, nivel de riesgo moderado-alto. Sintaxis base: $P(\text{Insolvencia} \mid \text{RE} = 39,2\%)$. El motor HMC estima que la probabilidad actual de insolvencia o pérdida de soberanía financiera ante un shock externo es del 62%.

Simulación del salto (escenario contrafactual). Se fuerza el nodo de Remuneración de Empleados a subir artificialmente al bloque superior (PMDÍ): RE simulado = 42,5%, el mínimo para entrar en PMDI. Sintaxis simulada: $P(\text{Insolvencia} \mid \text{RE} = 42,5\%)$. Al actualizarse la red con esta nueva "masa" distributiva, la probabilidad de insolvencia cae al 38%.

Cálculo del delta (ΔP). $\Delta P = P(\text{Insolvencia} \mid 39,2\%) - P(\text{Insolvencia} \mid 42,5\%) = 0,62 - 0,38 = 0,24$, es decir, un 24%.

Interpretación de inteligencia económica. El ΔP obtenido es del 24%, superior al umbral del 20% definido en la operacionalización del modelo (capítulo 12); en consecuencia, el modelo indica que la reforma salarial —elevar la RE al 42,5%— es la intervención más eficiente para blindar la soberanía argentina. El retorno geopolítico de subir 3,3 puntos porcentuales en la remuneración de los trabajadores no es solo "bienestar social": equivale a una reducción del 24% en el riesgo de colapso financiero. Esto demuestra matemáticamente que el fortalecimiento del mercado interno y de la base tributaria derivada del salario protege al país de manera más eficaz que la toma de deuda externa. Conviene notar, además, que mientras un MCMC simple podría arrojar un rango amplio —entre 15% y 30%, por ejemplo—, el motor HMC, al capturar la curvatura específica de la economía argentina en 2024, confirma que el valor de 24% es el punto de máxima verosimilitud.

Capítulo 12. Las diez heurísticas de decisión soberana e inteligencia económica del Modelo IDJ+BM

Para transformar el IDJ+BM de un índice descriptivo a una herramienta de prospectiva estratégica, se han diseñado diez algoritmos de interrogación a la Red Bayesiana, basados en algoritmos de Monte Carlo Hamiltoniano (HMC). A diferencia de los métodos tradicionales, el HMC utiliza el gradiente de la función de probabilidad para navegar por el espacio de parámetros económicos con precisión física, eliminando el ruido estadístico y garantizando resultados irrefutables.

Las diez preguntas inteligentes que se presentan a continuación miden la soberanía sistémica y simulan efectos de política económica en condiciones de incertidumbre, ofreciendo a los responsables de la toma de decisiones una guía para la autonomía nacional. Cada pregunta está planteada como una inferencia inversa: no se pregunta "qué pasará", sino "qué tan probable es el estado deseado —soberanía o estabilidad— dada la evidencia actual (RE, RS, Inflación)". Este es el corazón del teorema de Bayes aplicado a la macroeconomía. A continuación se detalla la lógica de inferencia de cada una de ellas bajo el motor de alta fidelidad del HMC.^[^1]

Pregunta 1: Diagnóstico de Dependencia Estructural (Riesgo de Insolvencia)

Heurística: esta métrica captura la probabilidad latente de pérdida de soberanía en naciones que presentan un PIB aparentemente alto pero una estructura fiscal interna fragilizada. El modelo distingue entre la Solvencia "Real" (sustentada en la justicia distributiva y la recaudación soberana) y la Solvencia "Ficticia" (dependiente del endeudamiento externo y de flujos volátiles).

Pregunta inteligente: ¿cuál es la probabilidad posterior de que la Robustez Soberana (RS) colapse (pérdida de soberanía), dado el nivel actual de Distribución y Desempleo del país?

Lógica HMC: el motor simula una partícula viajando por la superficie de probabilidad del sistema mediante el integrador Leapfrog. Si el gradiente $\nabla U(\beta)$ empuja la trayectoria hacia el estado de "insolvencia" incluso con niveles altos de PIB, el sistema detecta una Dependencia Estructural.

Sintaxis bayesiana: $P(\text{Soberanía} = \text{Pérdida} \mid \text{RE} = \text{re}(\text{actual}), \text{D} = \text{d}(\text{actual}))$.

Ventaja HMC: identifica "zonas de sombra" y riesgos de cola que el MCMC tradicional ignora debido a la curvatura extrema que genera la carga de la deuda sobre la estructura material del país.

Condicionantes: se fija la evidencia con los datos reales del año fiscal 2024 y las proyecciones de tendencia hacia 2030.

Interpretación: un valor superior al 30% en un país de ingresos medios-altos (PMDI) indica una "Dependencia Estructural". El sistema, aunque proyecte riqueza nominal, es termodinámicamente inestable y propenso a crisis de deuda o subordinación geopolítica ante perturbaciones menores del mercado global.

Pregunta 2: Simulador de Retorno Soberano (Delta de Autonomía)

Heurística: esta métrica realiza un análisis contrafactual diseñado para medir el "retorno geopolítico de la inversión" (ROI) derivado del fortalecimiento salarial. Permite a los gobiernos cuantificar con precisión científica cuánto ganan en independencia financiera al transitar de un bloque distributivo a uno superior, lo que fortalece la base tributaria interna y reduce la necesidad de financiamiento externo.

Pregunta inteligente: ¿cuánto disminuye la probabilidad de insolvencia (baja Robustez) si forzamos artificialmente a la variable Distribución (RE) a subir al siguiente nivel jerárquico?

Lógica HMC: el motor simula el desplazamiento de la "partícula económica" del país hacia un estado de mayor energía en el eje de la Distribución (V1). Mediante el gradiente $\nabla U(\beta)$, el algoritmo mide la "aceleración" hacia la soberanía que genera el aumento del salario real. El integrador Leapfrog garantiza que el salto entre bloques —de PBDI a PMDI, por ejemplo— sea modelado como una transición de fase estable, calculando la nueva posición de equilibrio del sistema.

Sintaxis bayesiana: $\Delta P = P(\text{Soberanía Perdida} \mid \text{RE}(\text{actual})) - P(\text{Soberanía Perdida} \mid \text{RE}(\text{actual}) + 1)$.

Ventaja HMC: proporciona una precisión quirúrgica en el cálculo del ΔP . Mientras que el MCMC puede perderse en la "vecindad" del dato actual, el HMC atraviesa la geometría del modelo para encontrar el beneficio real del salto de bloque, eliminando los sesgos de las correlaciones entre variables.

Condicionantes: escenario base, RE en el bloque actual (por ejemplo, PBDI); escenario simulado, RE en el bloque superior (por ejemplo, PMDI).

Interpretación: un ΔP alto (0,20 o 20%, por ejemplo) indica que la reforma salarial no es solo un acto de justicia social, sino la intervención de seguridad nacional más eficiente. En este escenario, el fortalecimiento del mercado interno blinda la economía contra ataques especulativos y sanciones externas de forma más efectiva que la simple acumulación de deuda o reservas.

Pregunta 3: Test de Estrés Sistémico (Resiliencia ante Crisis)

Esta es una de las preguntas más potentes del modelo, ya que introduce el concepto de "termodinámica económica". Al integrar el motor HMC, se transforma un simple cálculo de probabilidades en una simulación de resistencia estructural.

Heurística: evalúa la capacidad termodinámica del sistema para absorber shocks exógenos —bloqueos, sanciones, crisis globales o financieras— sin perder su autonomía de decisión. Esta métrica determina si la estructura interna del país es capaz de disipar la energía de una crisis sin que se rompa el nodo de la Soberanía.

Pregunta inteligente: si ocurre un shock exógeno que eleve el desempleo o bloquee el acceso al crédito, ¿cuál es la probabilidad de que el sistema mantenga su Robustez Soberana (RS) en estado "Estable"?

Lógica HMC: el algoritmo somete a la "partícula económica" del país a una perturbación extrema en los nodos de Desempleo (V5) o Robustez (V6). El integrador Leapfrog calcula si la fuerza recuperadora generada por la Distribución (V1) es suficiente para mantener la trayectoria dentro de un pozo de potencial estable. Si el gradiente $\nabla U(\beta)$ muestra una pendiente hacia el colapso que el sistema no puede compensar, se detecta una vulnerabilidad existencial.

Sintaxis bayesiana: $P(RS = \text{Estable} \mid RE = \text{re(actual)}, D = \text{Crisis})$.

Ventaja HMC: el HMC es excepcionalmente superior para capturar las no linealidades de una crisis. Mientras que otros modelos asumen cambios graduales, el HMC detecta "puntos de ruptura" (*tipping points*) donde el sistema puede colapsar de forma abrupta, permitiendo explorar escenarios de "cola" —eventos catastróficos de baja probabilidad pero alto impacto— con total precisión.

Condicionantes: se fuerza el nodo Desempleo (D) al estado "Alto" (valor 1 o zona de crisis), manteniendo la estructura distributiva real (RE) del país, para observar su capacidad de respuesta autónoma.

Interpretación: mide el blindaje nacional. Si la probabilidad de estabilidad cae por debajo del 50%, el país carece de reservas estratégicas materiales y enfrenta un riesgo inminente de subordinación ante acreedores internacionales o potencias externas en caso de conflicto.

Pregunta 4: Análisis de Eficiencia Tecnológica (Gap Estatal)

Esta es una de las preguntas más reveladoras para la auditoría de la gestión pública. Al utilizar el motor HMC, el modelo no solo dice "qué hay", sino "qué debería haber" dada la riqueza soberana del país.

Heurística: permite discernir si el rezago en la modernización del Estado —reflejado en un bajo índice de Gobierno Electrónico (EGDI)— obedece a un Bloqueo Estructural (insuficiencia de recursos derivada de una mala distribución y baja recaudación) o a una Ineficiencia de Gestión (burocracia o falta de voluntad política).

Pregunta inteligente: dada la Robustez Soberana (RS) actual del país —su capacidad financiera real y su nivel de desapalancamiento—, ¿cuál debería ser teóricamente su nivel de Gobernanza Digital (EGDI)?

Lógica HMC: el algoritmo utiliza la estructura de la Red Bayesiana para proyectar un "atractor" de eficiencia. El integrador Leapfrog navega por el hiperespacio de las diez variables para determinar la posición de equilibrio que el nodo EGDI debería ocupar dada la masa financiera del nodo RS. Si la partícula del país se encuentra significativamente alejada de su gradiente de potencial $\nabla U(\beta)$, el motor detecta una anomalía de gestión.

Sintaxis bayesiana: $P(\text{Gob_Dig} = \text{Buena} \mid RS = \text{Estimado})$, comparado contra Datos Observados (Gob).

Ventaja HMC: al eliminar el ruido de las caminatas aleatorias del MCMC tradicional, el HMC define con precisión quirúrgica el "umbral de capacidad". Proporciona una medida pura del rezago estatal, separando las limitaciones materiales de las fallas en la ejecución institucional.

Condicionantes: se infiere la capacidad tecnológica esperada por la red según la evidencia de los recursos disponibles y la fortaleza del mercado interno.

Interpretación: si $P(\text{Teórica}) > P(\text{Real})$, existe una Ineficiencia de Gestión: el Estado tiene el dinero —la soberanía— para modernizarse, pero falla por burocracia interna o falta de visión estratégica. Si $P(\text{Teórica}) \approx P(\text{Real})$, y ambas son bajas, existe un Bloqueo Estructural: es matemáticamente imposible mejorar los servicios digitales y la transparencia sin corregir primero la base distributiva y la fortaleza soberana del sistema.

Pregunta 5: La Paradoja del Desarrollo (Soberanía vs. Consumo)

Esta es una de las preguntas más críticas para la viabilidad a largo plazo de cualquier proyecto nacional. Al integrar el motor HMC, se eleva la discusión desde un simple dilema ambiental a un análisis de restricciones geométricas en sistemas complejos.

Heurística: explora la tensión intrínseca entre el bienestar material (distribución) y la sostenibilidad biofísica. Valida si el modelo de "Justicia Distributiva" actual es intensivo en recursos naturales, permitiendo identificar si la soberanía de una nación está amenazada por su propia huella ecológica.

Pregunta inteligente: ¿cuál es la probabilidad conjunta de alcanzar un estatus distributivo alto (PADI) y mantener, simultáneamente, una Huella Ecológica (V10) dentro de los límites de regeneración biológica?

Lógica HMC: el motor explora la región de "viabilidad" dentro del hiperespacio de probabilidad. Mediante el integrador Leapfrog, el algoritmo detecta si la trayectoria hacia el estado PADI genera una "fuerza de arrastre" que eleva inevitablemente la Huella Ecológica. Si el gradiente $\nabla U(\beta)$ muestra que los estados de alta distribución y baja huella están separados por una barrera de energía alta, el sistema confirma la existencia de una paradoja estructural.

Sintaxis bayesiana: $P(\text{Ambiente} = \text{Sostenible} \mid \text{RE} = \text{PADI}, \text{PIB} = \text{Alto})$.

Ventaja HMC: el HMC es excepcionalmente eficiente para explorar "distribuciones de cresta delgada", donde dos variables están en conflicto directo. Mientras que el MCMC tradicional podría sobreestimar la viabilidad por falta de precisión, el HMC revela con exactitud el estrecho sendero matemático —si existe— que permite el bienestar sin depredación ambiental.

Condicionantes: se fija al país en el escenario ideal socioeconómico (PIB alto y RE en categoría PADI) para observar la respuesta del nodo ambiental.

Interpretación: si la probabilidad es baja, como sugiere la evidencia histórica, el modelo señala la necesidad de una "transición PADI-verde" o ecosocialista, que desacople los salarios del consumo depredador para garantizar la soberanía de recursos y la supervivencia sistémica a largo plazo.

Pregunta 6: El Multiplicador de Soberanía Digital (Eficiencia del Gasto)

Esta pregunta es fundamental para desmontar el discurso de la "austeridad" y el recorte del gasto público. Al integrar el motor HMC, la inversión tecnológica se transforma en una variable de aceleración institucional, demostrando que la digitalización es, en realidad, un motor de soberanía operativa.

Heurística: refuta frontalmente la tesis de la austeridad fiscal al demostrar que la inversión en tecnología (EGDI) no constituye un gasto improductivo, sino un activo estratégico con un efecto de retroalimentación (*feedback loop*) positivo sobre la autonomía de las instituciones. Busca evidenciar cómo la modernización digital actúa como catalizador de la soberanía interna.

Pregunta inteligente: ¿cuánto aumenta la probabilidad de fortalecer las Instituciones —hacerlas más autónomas y resistentes a la corrupción— si el país logra un salto tecnológico significativo en su nivel de Gobierno Electrónico (EGDI)?

Lógica HMC: el motor HMC mide el "multiplicador de fuerza" que la tecnología ejerce sobre el sistema. Utilizando el gradiente $\nabla U(\beta)$, el algoritmo cuantifica la aceleración institucional que se produce cuando el nodo EGDI (V9) se desplaza hacia un estado de alta eficiencia. El integrador Leapfrog permite simular este salto tecnológico como un cambio de fase, observando cómo la "partícula institucional" del Estado adquiere una trayectoria de mayor autonomía y transparencia.

Sintaxis bayesiana: $\Delta P = P(\text{Inst} = \text{Fuerte} \mid \text{EGDI} = \text{Alto}) - P(\text{Inst} = \text{Fuerte} \mid \text{EGDI} = \text{Bajo})$.

Ventaja HMC: proporciona una estimación exacta del diferencial de probabilidad (ΔP) al explorar de manera exhaustiva las interdependencias entre la tecnología y el resto de los nodos del bienestar. Al evitar las "caminatas aleatorias" del MCMC tradicional, el HMC revela el impacto real de la digitalización sobre la soberanía, sin los sesgos provocados por variables de confusión burocrática.

Interpretación: un ΔP alto confirma que la digitalización es la vía más rápida y eficiente para "limpiar" y fortalecer el aparato estatal. El modelo justifica que la inversión en Soberanía Digital es superior a las reformas burocráticas tradicionales, ya que crea un blindaje tecnológico que reduce la discrecionalidad y aumenta la capacidad de respuesta autónoma del Estado ante la sociedad.

Pregunta 7: La Trampa de la Deuda (Inercia del Sistema)

Esta es una de las preguntas con mayor carga de profundidad teórica del modelo. Al introducir el concepto de "inercia del sistema" y la "fuerza de gravedad de la deuda", la economía se trata no como una ciencia social blanda, sino como un sistema dinámico regido por leyes de potencia.

Heurística: mide la dificultad termodinámica —la entropía— de salir del subdesarrollo estructural. Calcula la probabilidad de que un país se mantenga "atrapado" en el bloque PPDI si no resuelve primero su déficit de Robustez Soberana (V6). Define si la deuda externa actúa como un ancla que impide la transición hacia estatus distributivos superiores.

Pregunta inteligente: si mantenemos la Robustez Soberana baja —alta dependencia de deuda externa—, ¿cuál es la probabilidad de que el país sea incapaz de mejorar su nivel de Distribución (RE) en el futuro, independientemente de la voluntad política?

Lógica HMC: el motor HMC evalúa la "función de energía" del sistema. En este escenario, una baja Robustez Soberana actúa como un pozo de potencial gravitatorio. El algoritmo utiliza el gradiente $\nabla U(\beta)$ para determinar si la "partícula económica" del país tiene suficiente energía cinética para escapar de la zona de subdesarrollo. Si la trayectoria calculada por el integrador Leapfrog no logra superar la barrera de potencial impuesta por la deuda, el modelo confirma que el país está en una "trampa de inercia".

Sintaxis bayesiana: $P(RE < \text{Bloque_Superior} \mid RS = \text{Baja})$.

Ventaja HMC: el HMC es excepcionalmente preciso para mapear "espacios de fases" donde las variables están bloqueadas. Mientras que el MCMC tradicional puede sugerir falsas esperanzas de mejora debido a su carácter aleatorio, el HMC revela la imposibilidad física de mejorar la distribución si no se rompe primero la restricción de la Robustez. Identifica con rigor el umbral donde la deuda anula cualquier esfuerzo de política salarial.

Condicionantes: se fija la Robustez Soberana en estado "Bajo" —alta relación deuda/reservas o alta dependencia externa— para observar el comportamiento del nodo de Distribución (V1).

Interpretación: cuantifica la "fuerza de gravedad" de la deuda externa. Un valor alto (superior al 80%) indica que el sistema está en un estado de parálisis estructural: cualquier política de aumento salarial es "cosmética" e insostenible, ya que la succión de recursos hacia el servicio de la deuda impide la capitalización real del trabajo. La reestructuración soberana se vuelve, entonces, una precondition matemática para el desarrollo.

Pregunta 8: Inmunidad Bio-Política (Defensa Sanitaria)

Esta es una métrica fundamental para la seguridad nacional en el siglo XXI. Al integrar el motor HMC, el concepto de salud pública se eleva al nivel de "biopolítica soberana", permitiendo simular qué tan vulnerable es un Estado ante una agresión biológica o una pandemia si su estructura económica flaquea.

Heurística: en un contexto de crisis globales y riesgos biológicos, la salud trasciende el bienestar social para convertirse en un pilar de la seguridad nacional. Esta métrica evalúa la autonomía del sistema sanitario frente a la dependencia externa, identificando si un país posee inmunidad bio-política —capacidad de respuesta interna— o si su supervivencia biológica está supeditada a la voluntad de terceros o a la ayuda internacional.

Pregunta inteligente: dado un escenario de crisis sistémica (baja Robustez Económica), ¿cuál es la probabilidad de que el sistema de Salud colapse y pierda su operatividad mínima?

Lógica HMC: el motor simula el comportamiento del nodo Salud (V3) cuando se le somete a una restricción severa de energía en el nodo Robustez Soberana (V6). El integrador Leapfrog proyecta si la partícula de bienestar sanitario es capaz de permanecer en un estado de equilibrio dinámico mediante recursos propios,

o si el gradiente $\nabla U(\beta)$ la arrastra irremediabilmente hacia el "atractor de colapso" por falta de financiamiento soberano.

Sintaxis bayesiana: $P(\text{Salud} = \text{Colapso} \mid \text{RS} = \text{Baja})$.

Ventaja HMC: permite explorar las "colas de distribución" de eventos catastróficos. A diferencia del MCMC convencional, detecta la fragilidad oculta de sistemas de salud que parecen eficientes en tiempos de paz, pero que colapsan instantáneamente ante bloqueos financieros, proporcionando una medida exacta de la soberanía sanitaria.

Interpretación: diferencia con rigor científico a los países que poseen capacidad de producción propia — vacunas, fármacos, tecnología médica— de aquellos que dependen estructuralmente de donaciones o importaciones. Un riesgo de colapso alto indica una vulnerabilidad estratégica extrema: el Estado no puede garantizar el derecho a la vida de su población sin asistencia externa, lo que constituye un punto crítico de subordinación biopolítica.

Pregunta 9: El Umbral de Erosión Inflacionaria (Resistencia del Salario Real)

Esta pregunta es vital para economías que enfrentan ataques monetarios o desequilibrios de precios severos, como es el caso de Venezuela y otros países en transición. Al integrar el motor HMC, se deja de ver la inflación como una cifra estadística y se empieza a medirla como una fuerza de erosión termodinámica que ataca la estructura de poder del Estado.

Heurística: analiza la interacción dialéctica entre la Inflación (V4) y la Soberanía. A diferencia del análisis convencional, no se centra en el nivel de precios *per se*, sino en la capacidad de absorción del sistema. Determina el punto de quiebre donde la aceleración de precios logra desintegrar la Robustez Soberana, identificando qué tan protegida está la base social (RE) frente a la licuación del poder adquisitivo.

Pregunta inteligente: ¿cuál es la probabilidad de mantener la Robustez Soberana (RS) en estado "Estable" si la Inflación se desplaza hacia un escenario de "crisis" o "hiperinflación"?

Lógica HMC: el motor simula la trayectoria de la partícula económica bajo una fuerza de fricción extrema provocada por el nodo Inflación. El integrador Leapfrog permite observar si el sistema posee mecanismos de compensación —indexación, reservas, soberanía productiva— que actúen como un potencial restaurador. Si el gradiente $\nabla U(\beta)$ muestra que la inflación empuja al sistema fuera de su órbita de equilibrio de forma irreversible, se define el "umbral de erosión" del país.

Sintaxis bayesiana: $P(\text{RS} = \text{Estable} \mid \text{Inflación} = \text{Crisis}, \text{RE} = \text{Actual})$.

Ventaja HMC: el HMC es la única herramienta capaz de converger en escenarios de hiperinflación, donde los modelos MCMC tradicionales suelen "perdersen" debido a la volatilidad extrema de los datos —colas pesadas—. Captura la no linealidad del impacto inflacionario, revelando cómo un aumento marginal de precios puede causar un colapso sistémico total una vez cruzado el umbral crítico.

Interpretación: mide la indexación y el blindaje de la economía real. Un país con estatus PADI y mecanismos de protección salarial fuertes demuestra una mayor resiliencia: el sistema "aguanta" el shock sin fragmentar su soberanía. Por el contrario, en países desregulados o dependientes, la inflación actúa como un agente de desestabilización política inmediata, reduciendo drásticamente la probabilidad de estabilidad soberana.

Pregunta 10: Predicción de Alineamiento Geopolítico (Cluster de Autonomía)

Esta es, sin duda, la pregunta de mayor calado del modelo: la que transforma los datos en inteligencia geopolítica pura. Al integrar el motor HMC, se deja de hacer una simple clasificación estadística para realizar una detección de estructura material, lo que permite al ODIJ desenmascarar la realidad soberana de las naciones más allá de sus discursos diplomáticos.

Heurística: esta es la métrica de mayor calado político del modelo. Basada en la configuración material de los datos, predice si un país funciona bajo la lógica del "Consenso de Washington" —el eje deuda/dependencia/baja distribución— o bajo la lógica "BRICS/Soberana" —el eje reservas/producción/justicia distributiva—. El modelo realiza una "radiografía" de la soberanía real, ignorando la ideología declarada para centrarse en la estructura económica subyacente.

Pregunta inteligente: basado en la configuración total de sus nodos (RE, RS, EGD, etc.), ¿cuál es la probabilidad de que el país pertenezca al *cluster* latente de "Autonomía Estratégica"?

Lógica HMC: el motor HMC navega por el hiperespacio de diez dimensiones definido por el vector de evidencia β . Utilizando el algoritmo NUTS (*No-U-Turn Sampler*), el modelo explora de manera eficiente la geometría de la red para identificar a qué "atractor" geopolítico pertenece la nación. El integrador Leapfrog asegura que la clasificación no sea ambigua, detectando si la "partícula nacional" tiene la masa y la energía necesarias para orbitar en el *cluster* de soberanía o si es atraída irreversiblemente por el centro de gravedad de la dependencia.

Sintaxis bayesiana: $P(Z = \text{Autonomía} \mid \text{Evidencia Total})$, donde Z representa la variable latente de clasificación.

Ventaja HMC: en modelos de alta dimensionalidad, las clasificaciones suelen volverse "borrosas" —ruido de *cluster*—. El HMC, al utilizar el gradiente $\nabla U(\beta)$, define con nitidez absoluta las fronteras entre *clusters*, permitiendo una separación clara entre países con estructuras similares y revelando incluso casos de "falsa soberanía", en los que el discurso político no coincide con la fragilidad material del sistema.

Interpretación: permite al ODIJ publicar un mapa mundial que clasifica a las naciones no por su alineamiento diplomático, sino por su consistencia soberana, de forma dicotómica: los Países Satélites, cuya estructura material —V1 bajo, V6 bajo— los condena a la subordinación externa, y los Países Soberanos, que han logrado una cohesión entre justicia distributiva, robustez financiera y eficiencia tecnológica que les permite una verdadera autonomía estratégica.

Tabla maestra de potencia: el modelo IDJ+BM en la era de la inferencia hamiltoniana

#	Dimensión / Pregunta	Mecanismo Técnico HMC	Impacto en la Soberanía Real
1	Dependencia Estructural	Análisis de Gradiente $\nabla U(\beta)$	Detecta el riesgo de insolvencia oculto tras el PIB.
2	Retorno Soberano	Sensibilidad del Salto de Bloque	Mide el ROI geopolítico de subir el salario (RE%).
3	Estrés Sistémico	Simulación de Resiliencia (Leapfrog)	Evalúa el blindaje nacional ante bloqueos y sanciones.
4	Gap Estatal	Inferencia de Potencial Teórico	Diferencia ineficiencia de gestión de falta de recursos.
5	Paradoja del Desarrollo	Exploración de Viabilidad Biofísica	Define la ruta hacia una Transición Ecosocialista.
6	Soberanía Digital	Multiplicador de Eficiencia Fiscal	Demuestra que la tecnología no es gasto, es potencia.
7	Trampa de la Deuda	Pozo de Potencial Gravitatorio	Identifica la fuerza que impide el desarrollo humano.
8	Inmunidad Bio-Política	Test de Colapso Sanitario Forzado	Mide la independencia vital ante crisis biológicas.
9	Umbral Inflacionario	Resistencia de Cola (Volatilidad)	Determina cuánto aguanta el sistema antes de fracturarse.
10	Alineamiento BRICS+	Clasificación por Nodos Latentes (NUTS)	Revela la estructura material real (Satélite vs. Soberano).

Tabla maestra de potencia. Fuente: Giuseppe (2025), procesamiento algorítmico mediante el motor de inferencia hamiltoniana (HMC), integrador Leapfrog y muestreador No-U-Turn (NUTS).

Resumen de las diez preguntas heurísticas del modelo de inteligencia económica

El valor estratégico del ODIJ reside en su capacidad de prospectiva estratégica. Utilizando el motor de inferencia bayesiana de alta resolución, se han diseñado diez preguntas heurísticas que permiten a los gobiernos evaluar su soberanía material y predecir su estabilidad hacia 2030.

1. **Diagnóstico de Dependencia Estructural (Riesgo de Insolvencia).** ¿Cuál es la probabilidad posterior de que la Robustez Soberana (RS) colapse, dado el nivel actual de Distribución y Desempleo? Mediante el análisis del gradiente de probabilidad, diferencia la "solvencia real" —sustentada en recaudación interna— de la "solvencia ficticia" —sostenida por deuda externa— (Minsky, 1986).
2. **Simulador de Retorno Soberano (Delta de Autonomía).** ¿Cuánto disminuye la probabilidad de insolvencia si forzamos a la variable Distribución (RE) a subir al siguiente nivel jerárquico? Calcula el ROI geopolítico de aumentar los salarios.

3. **Test de Estrés Sistémico (Resiliencia ante Crisis).** Ante un shock exógeno —bloqueo o sanción—, ¿cuál es la probabilidad de que el sistema mantenga su Robustez Soberana en estado "Estable"? Utiliza el integrador Leapfrog para simular la capacidad de los "capacitores" (reservas) para absorber volatilidad.
4. **Análisis de Eficiencia Tecnológica (Gap Estatal).** Dada la Robustez Soberana real, ¿cuál debería ser teóricamente el nivel de Gobernanza Digital (EGDI)? Identifica si el atraso tecnológico es un bloqueo estructural o una ineficiencia de gestión.
5. **La Paradoja del Desarrollo (Soberanía vs. Consumo).** ¿Cuál es la probabilidad conjunta de alcanzar un estatus PADI y mantener una Huella Ecológica baja? Define la ruta matemática hacia un "PADI verde" o transición ecosocialista.
6. **El Multiplicador de Soberanía Digital.** ¿Cuánto aumenta la probabilidad de fortalecer las instituciones si el país logra un salto tecnológico en su EGDI? Cuantifica cómo la digitalización actúa como acelerador de soberanía.
7. **La Trampa de la Deuda (Inercia del Sistema).** Si la Robustez Soberana permanece baja, ¿cuál es la probabilidad de que el país no pueda mejorar su distribución en el futuro? Mide el pozo de potencial gravitatorio de la deuda.
8. **Inmunidad Bio-Política (Defensa Sanitaria).** Dado un escenario de asfixia económica, ¿cuál es la probabilidad de colapso del sistema de Salud Pública? Evalúa la soberanía sanitaria.
9. **El Umbral de Erosión Inflacionaria.** ¿Cuál es la probabilidad de mantener la Robustez Soberana intacta si la inflación sube a niveles de crisis? Analiza la resistencia del salario real.
10. **Predicción de Alineamiento Geopolítico (Cluster de Autonomía).** Basado en la configuración total de nodos, ¿cuál es la probabilidad de que el país pertenezca al *cluster* de "Autonomía Estratégica"? Clasifica a las naciones por su estructura material real, distinguiendo entre "nodos soberanos" y "países satélites".

Instrucciones estratégicas para los tomadores de decisiones

Basado en la operacionalización de las diez preguntas heurísticas, el Observatorio ODIJ recomienda a los responsables de política pública seguir el siguiente protocolo de mando.

11. **Evalúe su "solvencia real" (preguntas 1 y 7).** No se deje engañar por un PIB creciente si su Robustez Soberana (V6) es baja. Si su país tiene una alta probabilidad de insolvencia (superior al 30%), su crecimiento es "prestado". Instrucción: priorice la acumulación de reservas y el desapalancamiento externo antes de expandir el gasto basado en deuda.
12. **Ejecute el "salto de blindaje" (pregunta 2).** Utilice el simulador para calcular su retorno soberano. Invertir en el aumento de la Remuneración de Empleados (V1) es la política de defensa más barata y efectiva: un aumento salarial bien distribuido reduce el riesgo de crisis financieras de forma más eficiente que cualquier rescate bancario.

- 13. Fortalezca la "inmunidad bio-política" (preguntas 8 y 4).** La soberanía sanitaria es seguridad nacional. Si su simulación indica un colapso de salud ante una baja de robustez económica, su país es vulnerable. Instrucción: la digitalización del Estado (EGDI) debe enfocarse primero en la transparencia del gasto en salud y en la eficiencia de los servicios básicos.
- 14. Gestione la "paradoja del desarrollo" (preguntas 5 y 9).** Un país PADI debe ser también un país sostenible: no permita que el aumento del bienestar destruya su Huella Ambiental (V10). La meta es un "ecosocialismo soberano": salarios dignos con un consumo responsable de recursos naturales.
- 15. Defina su *cluster* geopolítico (pregunta 10).** Los datos no mienten: o se funciona bajo la lógica del Consenso de Washington (dependencia) o bajo la lógica BRICS/Soberana (autonomía). El modelo IDJ+BM indicará hacia dónde se inclina la estructura material del país. Instrucción: mueva sus nodos hacia la Autonomía Estratégica mediante el fortalecimiento del mercado interno y la cooperación con otros "nodos blindados".

Resumen de la lógica de condicionantes

Pregunta	Variable Objetivo (Y)	Evidencia Fija (E)	Evidencia Modificada (Simulación)	Objetivo del Análisis
1. Vulnerabilidad	Robustez (RS)	Datos Reales	Ninguna	Diagnóstico de Dependencia
2. Reforma	Robustez (RS)	Inst., PIB	RE (Sube de Nivel)	Retorno Geopolítico
3. Stress Test	Robustez (RS)	RE Real	Desempleo = Crisis	Blindaje ante Shocks
4. Eficiencia	Gob. Digital (EGDI)	Datos Reales	Ninguna (Comparación vs Real)	Detección de Ineficiencia
5. Ambiental	Huella Ecológica	RE = PADI	Ninguna	Sostenibilidad de Recursos

Resumen de la lógica de condicionantes de las cinco primeras preguntas heurísticas. Elaboración propia basada en la metodología IDJ+BM Soberana.

[^1]: Giuseppe, A. (2025c). *Las 10 Heurísticas de Decisión Soberana e Inteligencia Económica del Modelo IDJ+BM*. Poli-Data.com. Disponible en línea por: <https://poli-data.com/las-10-preguntas-heurísticas-de-inteligencia-economica/>

Capítulo 13. Implementación computacional: redes bayesianas con Python

Para implementar el Modelo IDJ+BM como una Red Bayesiana se utiliza la librería de Python *pgmpy* (*Probabilistic Graphical Models using Python*), estándar para este tipo de modelado. La implementación cubre tres fases.

En la fase de **estructura** se definen los nodos y las flechas causales que conforman el mapa diseñado en el capítulo 10. En la fase de **parámetros** se definen las Tablas de Probabilidad Condicional (CPT) a partir de los datos en formato CSV de la matriz de los 73 países, de manera que la teoría de la "fragilidad social" quede ilustrada empíricamente. En la fase de **inferencia**, finalmente, se formulan las preguntas al modelo —las simulaciones descritas en el capítulo 12— y se obtienen las distribuciones posteriores correspondientes.

Capítulo 14. Resultados del piloto "Evaluación Sistémica 2021-2024"

A continuación se presentan los resultados del piloto "Evaluación Sistémica 2021-2024", en el que se evalúa la justicia distributiva y el bienestar multidimensional bajo dos metodologías complementarias. La muestra abarca economías que van desde la "excelencia sistémica" (PADI) hasta el "rezago estructural" (PPDI).

14.1 Resultados del modelo IDJ+IBM lineal ponderado

Este modelo agrega las dimensiones de distribución (IDJ) y bienestar (IBM: salud, educación, tecnología y ambiente) mediante la suma ponderada descrita en el capítulo 7.

Rank	País	RE % PIB (IDJ)	Robustez (Res/Deuda)	IDJ+IBM Final	Clasificación
1	Suiza	59,20%	0,52	0,765	PADI (Muy Alto)
2	Islandia	53,30%	0,33	0,74	PADI (Muy Alto)
3	EE.UU.	53,50%	0,02	0,706	PADI (Alto)
4	Alemania	54,50%	0,05	0,664	PADI (Alto)
5	China	53,80%	1,28	0,538	PMDI (Mediano)
6	Chile	42,50%	0,21	0,504	PMDI (Mediano)
7	Brasil	44,20%	0,58	0,482	PMDI (Mediano)
8	Argentina	42,50%	0,1	0,449	PBDI (Vulnerable)
9	Nigeria	26,50%	0,38	0,279	PPDI (Bajo)
10	Venezuela	24,50%	0,06	0,276	PPDI (Bajo)

Tabla 1. Ranking piloto IDJ+IBM (proyección 2024), selección de la muestra.

El modelo lineal muestra una hegemonía del bloque PADI en términos de bienestar. Sin embargo, se observa una divergencia crítica en la variable de Robustez Soberana, donde potencias como Estados Unidos y Alemania muestran valores peligrosamente bajos (inferiores a 0,05).

14.2 Resultados del modelado bayesiano jerárquico

A diferencia del modelo lineal, la Red Bayesiana (BBN) analiza cómo la justicia distributiva (RE % PIB) condiciona la probabilidad de éxito de las otras dimensiones, filtradas por la Robustez Soberana.

País	Prob. Insolvencia (Q1)	Retorno Reforma (Q2)	Autonomía Estratégica (Q10)	Diagnóstico Bayesiano
Suiza	0,02	0	0,84	Robustez Total: Equilibrio sistémico.
EE.UU.	0,85	0,12	0,68	Fragilidad Soberana: Bienestar dependiente de deuda.
China	0,05	0,15	0,78	Potencia Soberana: Alta capacidad de maniobra.
Argentina	0,72	0,25	0,41	Trampa de Dependencia: Urge reforma distributiva.
Venezuela	0,94	0,38	0,21	Entropía Sistémica: Desconexión total RE-Bienestar.

Tabla 2. Inteligencia estratégica: respuestas seleccionadas del modelo bayesiano (preguntas 1, 2 y 10).

Tres hallazgos se desprenden de esta inferencia. El primero es la paradoja de la soberanía, observable en los casos de Estados Unidos y Alemania: aunque puntúan alto en el índice lineal (IBM), el modelo bayesiano detecta una probabilidad de insolvencia sistémica (Q1) superior al 80% en caso de un shock de liquidez global, lo que indica que su bienestar no es "soberano", sino financiado por pasivos externos. El segundo es el *hub* de distribución, ilustrado por el caso de China, que presenta el mayor retorno geopolítico por reforma (Q2): si incrementa su RE % PIB hacia niveles PADI, su Red Bayesiana indica que su puntaje de autonomía (Q10) superaría al de Suiza, consolidando su hegemonía sistémica. El tercero es la trampa de la deuda, evidente en Argentina y Venezuela: el modelo confirma que, sin una base sólida de Remuneración de Asalariados, cualquier inyección de capital externo se pierde en el nodo de "entropía", sin llegar a mejorar la salud pública o la tecnología de forma sostenible.

14.3 Matriz de inferencia bayesiana: las diez preguntas estratégicas

A diferencia de los índices estáticos, el modelado bayesiano jerárquico responde a preguntas condicionales sobre la estructura del sistema. La tabla siguiente presenta los resultados para una selección representativa de la muestra.

País	Q1: Insolvencia	Q2: Retorno Reforma	Q3: Blindaje Crisis	Q4: Gap Tech	Q7: Trampa Deuda	Q8: Riesgo Salud	Q10: Autonomía
Suiza	0,012	0,000	0,890	0,020	0,102	0,150	0,842
China	0,045	0,145	0,850	0,080	0,115	0,180	0,785
EE.UU.	0,820	0,110	0,150	0,015	0,650	0,720	0,675
Alemania	0,750	0,120	0,180	0,005	0,580	0,650	0,654
Brasil	0,125	0,220	0,620	0,150	0,210	0,250	0,552
Chile	0,410	0,245	0,350	0,120	0,380	0,420	0,518
Argentina	0,850	0,280	0,110	0,140	0,780	0,810	0,421
Venezuela	0,960	0,410	0,020	0,250	0,920	0,940	0,242
Nigeria	0,880	0,395	0,080	0,320	0,850	0,890	0,275

Tabla 3. Respuestas del modelo de complejidad: probabilidades y puntajes por país.

Del análisis de estas diez respuestas se desprenden varios patrones relevantes. En riesgo de insolvencia (Q1), potencias como Estados Unidos (0,820) y Alemania (0,750) revelan una vulnerabilidad estructural alta: aunque son ricos, su Robustez Soberana es baja porque su bienestar depende de deuda externa y no de ahorro propio. En retorno por reforma (Q2), Venezuela (0,410) y Nigeria (0,395) muestran el mayor potencial de ganancia sistémica: si logran mover su RE % PIB hacia el umbral PADI, la estabilidad de todo su sistema mejoraría drásticamente. En blindaje ante crisis (Q3), Suiza y China presentan los valores más altos: ante un shock de desempleo, sus sistemas cuentan con la "energía fiscal" —Robustez— necesaria para mantener el bienestar sin colapsar. En gap tecnológico (Q4), Nigeria exhibe el mayor valor (0,320), lo que indica que su estructura institucional actual impide que los avances tecnológicos se traduzcan en bienestar real. En tensión ambiental (Q5), no recogida en la tabla por razones de espacio pero calculada en el piloto, los países PADI muestran una probabilidad del 0,85 de ser ambientalmente insostenibles, validando la "paradoja del desarrollo" planteada en el capítulo 12. En multiplicador digital (Q6), el modelo indica que, en economías con baja soberanía, la digitalización solo mejora las instituciones en un 12%, mientras que en sistemas soberanos el impacto alcanza el 65%. En trampa de la deuda (Q7), Argentina (0,780) presenta el valor más crítico, reflejando la probabilidad de que un país quede atrapado en salarios bajos para pagar deuda. En riesgo sanitario (Q8), ante una nueva pandemia, países con baja robustez, como Venezuela y Nigeria, exhiben una probabilidad de fracaso sanitario superior al 90%, por falta de soberanía financiera. En resistencia inflacionaria (Q9), la inflación se confirma como síntoma de la pérdida de Robustez Soberana. Finalmente, en el puntaje de autonomía estratégica (Q10) —la síntesis final del modelo— Suiza (0,842) lidera como referente de autonomía, mientras que China (0,785) se posiciona como el retador soberano más consistente.

14.4 Conclusiones del piloto

La ejecución del piloto valida la hipótesis central de esta propuesta de modelado bajo la perspectiva de sistemas complejos y estadística bayesiana, en dos sentidos. Primero, la insuficiencia lineal: el IDJ+IBM lineal

es útil para comparaciones rápidas, pero oculta riesgos de colapso estructural. Segundo, la superioridad bayesiana: el modelado jerárquico permite a los hacedores de política identificar que la justicia distributiva (RE % PIB) es el verdadero motor —el *hub*— que estabiliza el sistema, mientras que la Robustez Soberana (Reservas/Deuda) es el escudo que garantiza que el bienestar sea real y no una burbuja de deuda.

Capítulo 15. Resultados del modelo aplicando HMC: ranking y proyección 2030

A continuación se presenta la síntesis de resultados obtenidos mediante la triangulación MCMC/HMC. Los valores representan el índice escalar final, donde 1,0 equivale al equilibrio ideal sistémico.

Ranking 2024	País	Categoría RE%	IDJ+BM (2021)	IDJ+BM (2024 Est.)	Proyección 2030 (HMC)	Tendencia
1	Suiza	PADI	0,892	0,912	0,925	Estable ↑
2	Noruega	PADI	0,885	0,898	0,905	Estable ↑
5	China	PADI	0,824	0,856	0,882	Creciente ↑
12	Rusia	PMDI	0,745	0,782	0,815	Blindaje ↑
18	EE. UU.	PADI	0,712	0,755	0,740	Riesgo ↓
25	Brasil	PMDI	0,654	0,682	0,725	Transición ↑
34	Argentina	PBDI	0,582	0,524	0,565	Volátil ↔
45	India	PPDI	0,485	0,512	0,580	Expansivo ↑
52	Sudáfrica	PMDI	0,456	0,442	0,465	Estancado ↔
68	Etiopía	PPDI	0,324	0,356	0,412	Emergente ↑
73	Nigeria	PPDI	0,285	0,292	0,315	Crítico ↔

Ranking IDJ+BM, selección de la muestra de 73 países, con proyección 2030 mediante HMC.

Nota técnica. Los valores de 2030 han sido validados mediante 50.000 iteraciones en el motor HMC (NUTS), asegurando una convergencia con $R < 1,01$ en todos los nodos de la red.

Capítulo 16. Estudio de caso: BRICS+ 2030 y el blindaje de la justicia distributiva

Esta sección presenta los resultados del motor HMC aplicados a la Pregunta 2 —el Simulador de Retorno Soberano— para los once países del bloque BRICS+, expresados en términos del Delta de Autonomía (ΔP): el porcentaje de riesgo de colapso financiero o pérdida de soberanía que un país elimina al subir su nivel de

distribución funcional del ingreso (RE % PIB). A mayor delta, mayor es la efectividad de la política salarial como herramienta de defensa.

País	Estatus 2024 (RE%)	Prob. Insolvencia (Actual)	Meta 2030 (Salto)	Prob. Insolvencia (Simulada)	Blindaje Ganado (ΔP)
China	PADI (53.8%)	12%	Optimización	8%	4% (Nodo Consolidado)
Rusia	PMDI (48.2%)	28%	Salto a PADI	18%	10% (Soberanía Militar)
EAU	PMDI (44.5%)	22%	Salto a PADI	15%	7% (Resiliencia)
Sudáfrica	PMDI (47.0%)	45%	Salto a PADI	29%	16% (Estabilidad)
Brasil	PMDI (43.6%)	34%	Salto a PADI	21%	13% (Resistencia)
S. Arabia	PBDI (41.2%)	40%	Salto a PMDI	26%	14% (Autonomía)
Argentina	PBDI (39.2%)	62%	Salto a PMDI	38%	24% (Riesgo Crítico)
Egipto	PBDI (36.5%)	58%	Salto a PMDI	35%	23% (Blindaje)
Irán	PBDI (35.2%)	55%	Salto a PMDI	32%	23% (Resistencia)
India	PPDI (34.0%)	65%	Salto a PBDI	42%	23% (Emergente)
Etiopía	PPDI (32.1%)	78%	Salto a PBDI	52%	26% (Supervivencia)

Simulador de Retorno Soberano para el bloque BRICS+ (proyección 2024-2030).

16.1 Análisis de inteligencia económica

Del procesamiento de esta matriz se desprenden cuatro patrones de inteligencia económica relevantes para el bloque.

Nodos de alta sensibilidad: zonas de urgencia. Etiopía es el país con el delta más alto (26%), lo que significa que su estructura actual es extremadamente frágil. Sin un cambio en la base distributiva, cualquier shock externo tiene un 78% de probabilidad de quebrar su soberanía; su sistema es tan sensible que cada punto de RE % PIB ganado reduce el riesgo de insolvencia de forma casi exponencial.

El nodo de anclaje: China como PADI consolidado. China es el único país del bloque que ya funciona como un nodo de anclaje. Su baja sensibilidad ($\Delta P = 4\%$) indica que ya ha cruzado el umbral de seguridad termodinámica: al ser un país PADI, su sistema es termodinámicamente estable, y su reto hacia 2030 es el mantenimiento de ese equilibrio frente a las presiones demográficas.

El triángulo de resistencia: Irán, Egipto e India. Estos tres países comparten un delta del 23%. El motor HMC detecta que sus estructuras de baja distribución son su principal vulnerabilidad geopolítica; un salto

coordinado hacia la categoría PMDI antes de 2030 les otorgaría un blindaje conjunto capaz de resistir sanciones económicas severas.

Rusia y el blindaje de guerra. Rusia obtiene un retorno del 10% al intentar saltar a PADI, lo que explica por qué, en un contexto de sanciones, el fortalecimiento de los salarios reales y el consumo interno ha sido su mejor arma para mantener la Robustez Soberana.

En síntesis, el bloque BRICS+ no es homogéneo: mientras algunos de sus miembros ya son "nodos blindados" —el caso de China—, otros se encuentran en plena "lucha de gravedad" —los casos de Etiopía e India—. La clave de la cohesión del bloque para 2030 dependerá de cuántos de estos países logren transitar hacia el estatus PADI utilizando esta lógica bayesiana de inversión en el trabajo.

16.2 El radar del blindaje geopolítico

Como se observa en la matriz anterior, el bloque BRICS+ se dirige hacia una configuración de nodos blindados. La clave de este blindaje no es el gasto militar, sino el Delta de Autonomía (ΔP) obtenido mediante la justicia distributiva. En la prioridad alta —alerta roja— se ubican países como Etiopía (26%) y Argentina (24%), que deben entender que cada punto porcentual de mejora en la remuneración de los empleados (V1) reduce drásticamente el riesgo de colapso externo. En la zona de resistencia se ubican Irán, Egipto e India (23%), que tienen en sus manos la posibilidad de blindar sus economías de manera coordinada si priorizan el salario real sobre el endeudamiento externo.

Capítulo 17. Diseño institucional: el Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ)

Para operacionalizar esta metodología y convertir la justicia distributiva en un eje de la nueva arquitectura financiera multipolar, se detalla en este capítulo la propuesta para crear el Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ), institución que funcionará como un organismo estratégico de monitoreo y planificación económica.

17.1 Misión y objetivos estratégicos

La misión del ODIJ es descolonizar la métrica del desarrollo, brindando a los gobiernos soberanos una herramienta avanzada para monitorear la consistencia entre crecimiento, bienestar y autonomía financiera. De esta misión se derivan cuatro objetivos específicos: el monitoreo soberano, consistente en calcular y publicar anualmente el IDJ y el IDJ+BM para más de 190 países, rompiendo el monopolio de las calificadoras de riesgo occidentales; el ranking de solvencia real, que publicará un listado global que categorice a los países según su salud distributiva y su Robustez Soberana, desafiando las listas que penalizan los modelos estatales; la asistencia técnica estratégica, orientada a asesorar a los gobiernos en la transición hacia el modelo PADI mediante la modernización tecnológica del Estado (EGDI) y el fortalecimiento fiscal; y la red de inteligencia

académica, que coordinará una red global de centros de pensamiento del Sur Global —entre ellos la Academia de Ciencias Sociales de China, CLACSO y los institutos de investigación de los BRICS— para refinar la metodología de sistemas complejos.

17.2 Estructura organizativa

El ODIJ se estructurará en cuatro unidades funcionales. La Unidad de Modelado Complejo se encargará del mantenimiento de la infraestructura bayesiana y del cálculo de la entropía del sistema. La Unidad de Soberanía Económica traducirá los hallazgos matemáticos en recomendaciones para aumentar la Robustez Soberana, particularmente en materia de gestión de reservas y deuda. La Unidad de Cooperación Multipolar gestionará las relaciones con el Nuevo Banco de Desarrollo de los BRICS, la Unión Africana, la CELAC y los organismos de Naciones Unidas. La Unidad de Comunicación Estratégica, finalmente, se encargará de disputar la narrativa económica global, posicionando la justicia distributiva como superior al "austericidio".

17.3 Hoja de ruta de implementación

La implementación se desarrollará en tres fases. La Fase 1, de alianzas, comprende el acuerdo fundacional con el bloque BRICS+ y los países aliados. La Fase 2, tecnológica, comprende el desarrollo de la plataforma de datos masivos para el cálculo en tiempo real del EGDI y de las variables distributivas. La Fase 3, de despliegue, comprende la presentación del primer "Informe Mundial de Soberanía y Distribución" en una cumbre multilateral.

17.4 Fuentes de financiamiento y aliados

El modelo de sostenibilidad financiera del ODIJ garantiza su independencia de los intereses corporativos occidentales mediante tres vías: la banca de desarrollo multipolar, a través del financiamiento de proyectos estratégicos por parte del Nuevo Banco de Desarrollo de los BRICS; los fondos soberanos de inversión, mediante aportes de fondos estatales interesados en métricas de estabilidad real a largo plazo; y las contribuciones estatales directas, en forma de cuotas de los gobiernos miembros del directorio del bloque emergente, que aseguran la operatividad de la institución sin condicionamientos políticos.

Capítulo 18. Implicaciones de política pública y soberanía fiscal

La utilidad final del IDJ+BM reside en su capacidad para guiar la acción del Estado. El análisis sugiere que la transición hacia un modelo PADI requiere intervenciones deliberadas para recuperar la capacidad de maniobra financiera del Estado.

18.1 La equidad fiscal como mecanismo de Robustez Soberana

El ODIJ promoverá una métrica específica de Equidad Fiscal Soberana, entendida como la capacidad del Estado para financiar su desarrollo mediante recursos internos progresivos, y no mediante deuda inflacionaria. Se calcula como:

$$\text{Equidad Fiscal} = (0,5 \times \text{Progresividad}) + (0,5 \times \text{Capacidad Recaudatoria})$$

donde la Progresividad se mide mediante el índice de Kakwani —valores positivos indican que los sectores de mayores ingresos pagan proporcionalmente más— y la relación entre impuestos directos e indirectos, priorizando la renta sobre el consumo; y la Capacidad Recaudatoria se mide operacionalmente por la reducción del coeficiente de Gini posterior a impuestos y transferencias —la eficacia redistributiva real— y por el gasto social consolidado como porcentaje del PIB —la capacidad de movilización de recursos.

Los datos disponibles muestran que países como Suecia logran su estatus de bienestar no solo por salarios altos, sino por una fiscalidad altamente progresiva —un índice de Kakwani positivo— que financia un gasto social superior al 30% del PIB, logrando reducir la desigualdad de mercado en un 45% gracias a una alta capacidad recaudatoria. Por el contrario, países latinoamericanos como Brasil presentan a menudo sistemas tributarios regresivos y una baja eficacia recaudatoria real, lo que anula los efectos de sus programas sociales y debilita su Robustez Soberana.

18.2 Recomendaciones para los BRICS+ y el Sur Global

Para el bloque BRICS+, el IDJ+BM ofrece una alternativa narrativa y técnica al Consenso de Washington, articulada en tres líneas de acción. En soberanía financiera (variable RS), se recomienda priorizar la acumulación de Reservas Internacionales y la desdolarización del comercio para mejorar el indicador de Robustez Soberana, creando un "escudo" ante sanciones o crisis globales. En modernización estatal (variable IBM-gobernanza), se recomienda invertir agresivamente en Gobierno Electrónico (EGDI): la digitalización reduce la burocracia, aumenta la transparencia y mejora la eficiencia del gasto público de manera más efectiva que las "reformas estructurales" de recorte que suele sugerir el FMI. En política de ingresos, finalmente, se recomienda indexar los salarios a la productividad real y desplazar la carga fiscal hacia el rentismo especulativo, fortaleciendo así el mercado interno y la demanda agregada.

Capítulo 19. Conclusiones generales: hacia una nueva arquitectura de soberanía económica

La crisis de desigualdad global requiere nuevas lentes para ser comprendida y nuevas herramientas para ser resuelta. El Índice de Distribución Justa y Bienestar Multidimensional (IDJ+BM) demuestra, a través de un análisis sistémico y no lineal, que la justicia distributiva es el prerrequisito termodinámico de la soberanía nacional.

Los datos procesados por la Red Bayesiana son contundentes: no existen países con alta dependencia distributiva (PPDI) que hayan logrado consolidar una Robustez Soberana sostenible. La causalidad es estructural: la precarización del trabajo debilita la capacidad recaudatoria del Estado, forzándolo a una espiral de endeudamiento externo que anula su autonomía política y bloquea su modernización tecnológica (EGDI).

La incorporación de la estadística bayesiana y del enfoque de soberanía financiera (Reservas/Deuda) eleva esta propuesta de un ejercicio descriptivo a un modelo de inteligencia estratégica de Estado. El IDJ+BM permite simular escenarios de "blindaje económico" y demostrar matemáticamente que la inversión en salarios reales no es un gasto, sino el mecanismo más eficiente para acumular reservas y reducir la vulnerabilidad ante *shocks* geopolíticos.

La creación del Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ), en alianza con el bloque multipolar, es el paso necesario para institucionalizar esta visión. Al poner la lupa sobre la solvencia real frente a la solvencia ficticia —basada en deuda—, el ODIJ no solo medirá el mundo con métricas propias, sino que ayudará a transformarlo, proporcionando a las naciones emergentes la evidencia técnica para sostener que, sin justicia distributiva, no hay soberanía financiera, y que sin soberanía, el desarrollo es una ilusión contable.

Epílogo: la ciencia al servicio de la vida

La macroeconomía del siglo XXI no puede seguir siendo una ciencia de promedios ciegos. Con la triangulación de los métodos MCMC y HMC, el IDJ+BM ofrece una visión de rayos X sobre la realidad de las naciones. El Observatorio ODIJ pone estas herramientas a disposición de quienes creen que otro mundo es posible, pero solo si se construye sobre la base matemática de la justicia. La soberanía no se declara en los discursos: se calcula en la distribución.

"El poder de una nación se mide por la dignidad de sus trabajadores y la robustez de su soberanía."

— Dr. Andrés Giussepe

Referencias bibliográficas

- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Why nations fail: The origins of power, prosperity, and poverty*. Crown Business.
- Alesina, A., & Perotti, R. (1996). Income distribution, political instability, and investment. *European Economic Review*, 40(6), 1203–1228.
- Alesina, A., & Rodrik, D. (1994). Distributive politics and economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 109(2), 465–490.
- Alkire, S., & Foster, J. (2011). Counting and multidimensional poverty measures. En A. F. Shorrocks & J. E. Stiglitz (Eds.), *Measuring people's well-being* (pp. 535–585). Cambridge University Press.
- Arthur, W. B. (2014). *Complexity and the economy*. Oxford University Press.

- Banco Mundial. (2021). *World development indicators*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Banco Mundial. (2025). *World Development Indicators & Multidimensional Poverty Measure*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407–443.
- Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. Columbia University Press.
- Boyce, J. K. (2007). *Is inequality bad for the environment?* (Working Paper Series No. 150). Political Economy Research Institute.
- Capra, F., & Luisi, P. L. (2014). *The systems view of life: A unifying vision*. Cambridge University Press.
- Columbia University Mailman School of Public Health. (s.f.). *Markov Chain Monte Carlo*. <https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/markov-chain-monte-carlo>
- DAWN Feminist. (2025). *BRICS and the transformation of the global economic order* (Discussion Paper No. 56). https://www.dawnfeminist.org/wp-content/uploads/2025/12/Discussion-Paper_BRICS_56.pdf
- Friedman, N., Geiger, D., & Goldszmidt, M. (1997). Bayesian network classifiers. *Machine Learning*, 29, 131–163.
- Gao, J., & Wang, X. (2023). *Identifying hubs in directed networks*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2312.03347>
- Giuseppe, A. (2024a). *Distribución de los ingresos y beneficios desde una perspectiva sistémica-compleja* [Tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela]. Faces-Ceap, UCV. Poli-Data.
- Giuseppe, A. (2024b). *Índice y ranking de la distribución justa de los ingresos (IDJI)* [Tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela]. Poli-Data. <https://poli-data.com/indice-y-ranking-de-la-distribucion-justa-de-los-ingresos-idji/>
- Giuseppe, A. (2025a). *Propuesta de alianza estratégica BRICS+ 2030: hacia una nueva arquitectura de bienestar y soberanía distributiva*. Poli-Data. <https://poli-data.com/propuesta-de-alianza-estrategica-brics-2030-hacia-una-nueva-arquitectura-de-bienestar-y-soberania-distributiva/>
- Giuseppe, A. (2025b). *La justicia distributiva: fundamentos epistemológicos y matemáticos del Modelo IDJ+BM*. Poli-Data. <https://poli-data.com/la-justicia-distributiva-fundamentos-epistemologicos-y-matematicos-del-modelo-idjbm/>
- Giuseppe, A. (2025c). *Las 10 heurísticas de decisión soberana e inteligencia económica del Modelo IDJ+BM*. Poli-Data. <https://poli-data.com/las-10-preguntas-heuristicas-de-inteligencia-economica/>

- Giuseppe, A. (2025d). *Matriz de cálculo del índice IDJ+BM: resultados y análisis comparativo para 73 países (2021-2024)*. Poli-Data. <https://poli-data.com/resultados-matriz-de-calculo-del-indice-idjbm-para-73-paises-ano-2021-2024/>
- Giuseppe, A. (2025e). *Propuesta integral para la constitución del Observatorio de la Distribución de Ingreso Justo (ODIJ)* (Documento de trabajo). Poli-Data.
- Jorgenson, A. K., & Clark, B. (2009). The economy, land-use change, and global warming: A cross-national study of the carbon impact of human activities. *Social Forces*, 88(3), 1321–1341.
- Kaldor, N. (1956). Alternative theories of distribution. *The Review of Economic Studies*, 23(2), 83–100.
- Kalecki, M. (1971). *Selected essays on the dynamics of the capitalist economy*. Cambridge University Press.
- Kawachi, I., & Kennedy, B. P. (2002). *The health of nations: Why inequality is harmful to your health*. The New Press.
- Lavoie, M. (1992). *Foundations of post-Keynesian economic analysis*. Edward Elgar.
- London, S., Temporelli, K., & Monterubbianesi, P. (2011). Vinculación entre salud, ingreso y educación: un análisis comparativo para América Latina. *Lecturas de Economía*, (75), 183–207.
- Mata Mollejas, L., & Asker Hasan, K. (2018). *Finanzas de tercera generación: alcances geopolíticos*. Fundación Alberto Adriani.
- Minsky, H. P. (1986). *Stabilizing an unstable economy*. Yale University Press.
- Moore, B. J. (1988). *Horizontalists and verticalists: The macroeconomics of credit money*. Cambridge University Press.
- Newman, M. E. J. (2018). *Networks* (2.ª ed.). Oxford University Press.
- Peck, M., & Sisson, S. A. (2025). Some guidance for the choice of priors for Bayesian structural models in economic experiments. *Journal of the Economic Science Association*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/jes.2025.1>
- Prigogine, I., & Stengers, I. (1984). *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*. Bantam Books.
- Ravallion, M. (1992). *Poverty comparisons: A guide to concepts and methods* (LSMS Working Paper No. 88). The World Bank.
- Robinson, J. (1962). *Essays in the theory of economic growth*. Macmillan.
- Rothstein, B., & Holmberg, S. (2011). Good governance, the relevance of political science, and the quality of government. *Annual Review of Political Science*, 14, 1–17.
- S&P Global. (s.f.). *Sovereign credit ratings: A primer*. Recuperado el 20 de diciembre de 2025 de <https://www.spglobal.com/ratings/en/regulatory/article/-/view/sourceld/4804179>
- Salgado, M., & Jaramillo, A. (s.f.). *Strategic economic decision-making: Using Bayesian belief networks to solve complex problems*. ResearchGate.
- Sen, A. (1985). *Commodities and capabilities*. North-Holland.

- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Alfred A. Knopf.
- Stimson Center. (2025). *BRICS to G20: Advancing climate, equality, and multilateral reform*. <https://www.stimson.org/2025/brics-to-g20-advancing-climate-equality-and-multilateral-reform/>
- Sunkel, O. (1993). Sustainable development from a Latin American perspective. En J. T. Schramm & D. J. Zepeda (Eds.), *The ecological dimension of human affairs* (pp. 71–88). Inter-American Development Bank.
- Transparency International. (2021). *Corruption perceptions index*. <https://www.transparency.org/en/cpi/2021>
- Wilkinson, R. G., & Pickett, K. E. (2009). *The spirit level: Why more equal societies almost always do better*. Allen Lane.

Para la validación de los cálculos y resultados parciales de la tesis doctoral del autor pueden consultarse, adicionalmente: <https://poli-data.com/economia-adaptativa/> y <https://poli-data.com/clasificacion-de-paises-por-distribucion-de-ingresos-para-remuneracion-de-empleados-pib/>

Apéndice A. Análisis de sensibilidad de las ponderaciones del IDJ+BM

El objetivo de este análisis es evaluar la robustez del IDJ+BM ante variaciones en las ponderaciones asignadas al IDJ y al IBM, así como a las dimensiones individuales dentro de este último. Para ilustrarlo se considera un esquema alternativo de ponderación (Esquema 2) y se explora cómo cambios moderados en los pesos podrían afectar la clasificación de un grupo selecto de países.

Escenario base (Esquema 2). IDJ: 40%; Salud: 15%; Educación: 15%; Medio Ambiente: 15%; Gobernanza: 15%.

Escenario 1: mayor peso al IDJ. IDJ: 50% (+10 puntos); Salud: 12,5% (–2,5); Educación: 12,5% (–2,5); Medio Ambiente: 12,5% (–2,5); Gobernanza: 12,5% (–2,5).

Escenario 2: mayor peso al IBM. IDJ: 30% (–10 puntos); Salud: 17,5% (+2,5); Educación: 17,5% (+2,5); Medio Ambiente: 17,5% (+2,5); Gobernanza: 17,5% (+2,5).

País	IDJ (Norm)	IBM (Norm)	IDJ+BM (Base)	Ranking (Base)	IDJ+BM (Esc. 1)	Ranking (Esc. 1)	IDJ+BM (Esc. 2)	Ranking (Esc. 2)
Suiza	0,724	0,657	0,684	1	0,698	1	0,669	1
Países Bajos	0,488	0,646	0,583	6	0,568	6	0,6	4
España	0,338	0,567	0,475	20	0,44	20	0,501	16
Brasil	0,199	0,424	0,334	38	0,309	40	0,363	36

Cuadro A.1. Cambios en el ranking ante variaciones en las ponderaciones (valores del IDJ+BM).

La tabla muestra cómo la variación en las ponderaciones del IDJ y el IBM podría influir en el valor final del IDJ+BM y, en consecuencia, en el ranking de los países. En el caso de Suiza, al tratarse de un país con un IDJ y un IBM relativamente altos en términos absolutos, su posición en el ranking se mantiene estable ante las variaciones en las ponderaciones. Para países con una mayor disparidad entre su IDJ y su IBM, como Países Bajos y España, el cambio en las ponderaciones genera variaciones más perceptibles en su ranking relativo. Brasil, con valores comparativamente bajos en ambos índices, muestra también cierta sensibilidad a los cambios en los pesos.

Conclusión del análisis. Si bien las variaciones moderadas en las ponderaciones pueden generar cambios en los valores absolutos del IDJ+BM y en el ranking específico de algunos países, el análisis de sensibilidad sugiere que la clasificación general y las conclusiones principales basadas en el IDJ+BM son robustas. Los países con un desempeño consistentemente alto o bajo en las dimensiones subyacentes mantienen, en general, posiciones relativas similares a pesar de las alteraciones en los pesos.

Apéndice B. Glosario de términos del Modelo IDJ+BM

Complejidad sistémica. Propiedad de los sistemas en la que el todo es mayor que la suma de sus partes. Un país no es "rico" solo por su PIB, sino por cómo sus nodos se auto-organizan para generar bienestar.

Hiperpriors. Distribuciones asignadas a los hiperparámetros de grupo ($\mu(g)$, $\tau(g)$) en el modelo jerárquico, que permiten que los datos —y no supuestos arbitrarios— dominen la inferencia.

HMC (Monte Carlo Hamiltoniano). El "superprocesador" de las redes bayesianas del modelo. Utiliza la lógica de la física —energía potencial y energía cinética— para encontrar los parámetros económicos exactos, eliminando el "ruido" propio de los métodos de muestreo puramente aleatorios.

Integrador Leapfrog ("salto de rana"). Algoritmo que calcula la órbita o trayectoria de una economía a lo largo del tiempo, de forma análoga a la matemática empleada para calcular órbitas planetarias. Permite proyectar si la estructura de un país se mantendrá en una zona segura o se verá lanzada al colapso ante una crisis.

El instrumento como sesgo. Principio epistemológico según el cual "si solo se tiene un martillo, todo parece un clavo". Al usar el HMC en lugar de regresiones lineales, el modelo evita el sesgo de los enfoques que solo observan el crecimiento agregado y no la estructura material de la justicia distributiva.

Nodo central o *hub*. El punto de mayor tráfico e influencia dentro de una red. En esta investigación, la Distribución Justa del ingreso (RE % PIB) es el *hub* que sostiene a todo el sistema.

Nodos de una red compleja. Puntos de conexión —variables— que intercambian información entre sí. En el IDJ+BM, un cambio en el nodo "Salario Mínimo" afecta de manera inmediata a los nodos "Salud" y "Robustez Soberana".

NUTS (*No-U-Turn Sampler*). Extensión del algoritmo HMC que permite que el modelo decida automáticamente cuánta distancia recorrer en cada iteración de la simulación, evitando que la proyección "regrese sobre sí misma" y garantizando una convergencia estadística robusta.

Priors (probabilidades previas). El conocimiento experto —de inteligencia económica, teoría postkeynesiana y geopolítica real— que se introduce en el modelo antes de observar los datos, permitiendo que el algoritmo "aprenda" de la historia en lugar de partir de un desconocimiento total.

Redes de Creencias Bayesianas (BBN). Mapas de causalidad que calculan probabilidades condicionales entre variables. Permiten enunciados del tipo: "dada esta distribución actual, existe un X% de probabilidad de que el país sea soberano en 2030".

Robustez Soberana (RS). Relación entre Reservas Internacionales y Deuda Externa Total. Mide la capacidad termodinámica del Estado para financiar su propio desarrollo sin depender de condicionalidades externas.

Apéndice C. Anexos estadísticos: matrices de cálculo del IDJ+BM (73 países)

Los siguientes anexos presentan la matriz completa de cálculo del índice IDJ+BM para los 73 países de la muestra, en sus dos cortes temporales (2021 y 2024), con el detalle de las diez variables normalizadas, los sub-índices IDJI e IBM, el puntaje final y la clasificación estructural correspondiente. Las fuentes de cada variable se detallan al pie de la segunda tabla.

Anexo 1. Matriz de cálculo del IDJ+BM — Año 2021

Rank 2021	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
1	PADI	Suiza	58,0	4.300	91.990	0,6	5,1	0,58	0,785	11,8	0,962	4,6	0,90	0,804	0,793	Muy Alto
2	PADI	Dinamarca	51,6	3.100	68.000	1,9	3,6	0,15	0,664	10,1	0,948	6,8	0,97	0,755	0,701	Muy Alto
3	PMDI	Noruega	42,6	3.300	89.000	3,5	3,2	0,11	0,658	10,0	0,961	6,2	0,90	0,746	0,693	Alto
4	PADI	Alemania	53,7	1.850	51.200	3,1	3,6	0,05	0,598	12,8	0,942	4,7	0,88	0,801	0,679	Alto
5	PMDI	Reino Unido	48,9	2.300	46.500	2,5	4,5	0,02	0,582	11,9	0,929	4,2	0,94	0,809	0,673	Alto
6	PMDI	Estados Unidos	48,4	1.250	70.200	4,7	5,4	0,03	0,563	18,3	0,921	8,1	0,91	0,823	0,667	Alto
7	PADI	Japón	52,8	1.450	39.300	-0,2	2,8	0,33	0,585	10,9	0,925	4,6	0,90	0,772	0,660	Alto
8	PMDI	Suecia	47,6	2.500	60.000	2,2	8,8	0,06	0,578	11,4	0,947	6,6	0,93	0,764	0,653	Alto
9	PADI	Austria	50,3	2.200	53.000	2,8	6,2	0,06	0,585	11,5	0,918	6,1	0,89	0,747	0,650	Alto
10	PADI	Luxemburgo	52,8	2.600	133.000	2,5	5,3	0,01	0,714	5,5	0,916	12,0	0,89	0,545	0,647	Alto
11	PMDI	Nueva Zelanda	44,2	2.400	48.000	3,9	3,8	0,09	0,574	9,7	0,937	5,9	0,92	0,743	0,642	Alto
12	PMDI	Bélgica	48,6	2.000	51.000	2,4	6,3	0,03	0,565	10,8	0,937	5,5	0,87	0,750	0,639	Alto
13	PADI	Francia	51,3	1.800	43.500	1,6	7,9	0,04	0,551	12,2	0,903	4,9	0,88	0,770	0,639	Alto

Rank 2021	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
14	PMDI	Corea del Sur	48,9	1.400	34.900	2,5	3,7	0,74	0,577	8,8	0,925	6,2	0,95	0,728	0,638	Alto
15	PMDI	Finlandia	47,5	2.300	53.500	2,2	7,7	0,03	0,567	9,6	0,938	6,3	0,95	0,743	0,637	Alto
16	PMDI	Israel	43,3	1.500	51.000	1,5	5,0	1,35	0,603	7,4	0,919	6,2	0,88	0,680	0,634	Alto
17	PADI	Islandia	53,5	2.545	68.600	4,4	6,0	0,28	0,645	8,6	0,959	12,5	0,91	0,610	0,631	Alto
18	PADI	Canadá	52,5	1.880	52.300	3,4	7,5	0,04	0,572	11,2	0,936	8,1	0,89	0,714	0,629	Alto
19	PMDI	Países Bajos	47,5	2.050	57.700	2,7	3,8	0,02	0,584	7,9	0,882	6,8	0,90	0,665	0,616	Alto
20	PADI	Eslovenia	52,7	1.150	29.200	1,9	4,7	0,09	0,535	9,5	0,917	5,6	0,87	0,719	0,609	Alto
21	PMDI	Estonia	47,9	700	27.900	4,6	6,2	0,15	0,489	11,2	0,941	5,3	0,92	0,779	0,605	Alto
22	PMDI	Chequia	45,7	750	26.800	3,8	2,8	0,85	0,538	9,2	0,900	6,0	0,83	0,685	0,597	Alto
23	PMDI	España	48,9	1.250	30.100	3,1	14,8	0,03	0,462	10,7	0,905	4,2	0,90	0,766	0,583	Alto
24	PMDI	Lituania	47,6	750	23.700	4,7	7,1	0,14	0,478	10,5	0,864	4,3	0,85	0,726	0,578	Alto
25	PBDI	Singapur	39,6	1.100	72.700	2,3	2,7	0,28	0,552	4,1	0,939	8,9	0,94	0,609	0,575	Alto
26	PBDI	Italia	40,1	1.400	35.500	1,9	9,5	0,08	0,469	9,5	0,895	4,6	0,86	0,723	0,571	Alto
27	PPDI	Arabia Saudita	30,0	800	23.500	3,1	5,8	2,65	0,549	5,8	0,854	7,1	0,85	0,599	0,569	Alto
28	PADI	China	52,4	287	12.600	0,9	4,6	1,25	0,545	5,4	0,768	3,8	0,81	0,599	0,567	Alto
29	PPDI	Qatar	24,5	275	66.000	2,3	0,2	0,25	0,457	6,7	0,945	4,9	0,89	0,709	0,557	Alto
30	PMDI	Croacia	45,6	650	17.600	2,6	7,6	0,45	0,473	8,0	0,858	4,5	0,80	0,664	0,549	Medio
31	PBDI	Polonia	40,5	800	18.000	5,1	3,4	0,45	0,480	6,5	0,875	5,3	0,84	0,648	0,547	Medio
32	PMDI	Letonia	49,2	600	20.500	3,3	7,6	0,15	0,474	7,8	0,892	8,2	0,94	0,657	0,547	Medio
33	PMDI	Rusia	47,1	165	12.500	6,7	4,8	1,30	0,517	5,6	0,822	5,9	0,82	0,590	0,546	Medio
34	PBDI	Emiratos AU	36,5	350	43.000	-0,1	3,2	1,35	0,529	4,5	0,911	9,8	0,90	0,572	0,546	Medio

Rank 2021	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
35	PMDI	Portugal	47,9	900	24.500	1,3	6,6	0,07	0,486	7,0	0,863	6,5	0,85	0,631	0,544	Medio
36	PMDI	Bulgaria	43,9	400	12.200	2,8	5,3	0,85	0,484	7,9	0,795	4,3	0,78	0,630	0,543	Medio
37	PBDI	Hungría	40,2	550	18.700	5,1	4,1	0,35	0,460	7,3	0,846	4,5	0,81	0,651	0,537	Medio
38	PMDI	Eslovaquia	42,6	700	21.500	3,2	6,8	0,08	0,450	7,5	0,848	5,2	0,80	0,639	0,526	Medio
39	PBDI	Uruguay	37,1	450	17.300	6,6	9,3	0,42	0,415	9,0	0,809	3,6	0,85	0,691	0,525	Medio
40	PBDI	Chile	38,5	450	16.500	4,5	8,9	0,22	0,411	9,3	0,855	4,8	0,82	0,684	0,520	Medio
41	PMDI	Serbia	42,0	400	9.200	4,0	11,0	0,45	0,417	9,1	0,802	4,0	0,79	0,661	0,514	Medio
42	PBDI	Grecia	38,0	850	20.000	1,2	14,7	0,02	0,385	9,5	0,888	4,6	0,80	0,699	0,511	Medio
43	PMDI	Brasil	43,6	220	7.700	8,3	13,2	0,55	0,407	9,6	0,754	3,3	0,79	0,660	0,508	Medio
44	PBDI	Argentina	35,8	280	10.600	50,9	8,7	0,15	0,371	9,5	0,842	3,1	0,80	0,706	0,505	Medio
45	PBDI	Rumania	37,9	550	14.800	5,0	5,6	0,42	0,440	5,9	0,821	4,4	0,75	0,599	0,504	Medio
46	PMDI	Costa Rica	44,2	550	12.500	1,7	13,7	0,24	0,410	7,6	0,810	3,2	0,75	0,642	0,503	Medio
47	PPDI	Perú	33,6	250	6.700	4,0	7,8	0,88	0,413	6,2	0,762	2,6	0,79	0,623	0,497	Medio
48	PBDI	Cuba	36,9	30	7.500	70,0	2,8	0,35	0,403	12,0	0,764	1,8	0,45	0,610	0,486	Medio
49	PPDI	Ecuador	33,5	400	5.900	0,1	4,4	0,09	0,394	7,9	0,740	2,7	0,75	0,624	0,486	Medio
50	PBDI	Bielorrusia	37,8	160	7.300	9,5	4,1	0,21	0,411	6,0	0,800	4,8	0,76	0,587	0,482	Medio
51	PPDI	Irlanda	25,7	2.100	99.000	2,4	6,2	0,01	0,526	3,4	0,535	0,9	0,52	0,412	0,481	Medio
52	PMDI	Turquía	42,0	380	9.600	19,6	12,0	0,25	0,396	4,0	0,838	4,1	0,81	0,604	0,479	Medio
53	PBDI	Colombia	37,3	260	6.200	3,5	13,7	0,33	0,365	8,1	0,752	2,3	0,78	0,650	0,479	Medio
54	PPDI	Kazajistán	31,4	100	10.300	8,0	4,9	0,21	0,380	6,5	0,785	2,8	0,76	0,625	0,478	Medio
55	PPDI	México	28,4	240	10.000	5,7	4,1	0,35	0,385	5,8	0,758	3,0	0,79	0,608	0,474	Medio
56	PPDI	Rep. Dominicana	31,7	300	8.900	8,2	7,4	0,25	0,375	5,8	0,766	2,4	0,74	0,606	0,467	Medio

Rank 2021	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
57	PBDI	Indonesia	35,8	191	4.780	1,6	5,9	0,34	0,399	3,7	0,722	1,6	0,72	0,559	0,463	Medio
58	PPDI	Bolivia	33,9	310	3.400	0,9	4,5	0,35	0,402	7,5	0,692	3,6	0,65	0,544	0,459	Medio
59	PBDI	Macedonia Norte	38,1	360	6.700	3,2	15,6	0,38	0,365	7,5	0,770	4,2	0,74	0,600	0,459	Medio
60	PBDI	Nicaragua	34,8	180	2.100	4,9	4,8	0,35	0,397	8,6	0,665	2,0	0,56	0,546	0,457	Medio
61	PBDI	Irán	35,0	160	4.100	40,0	9,2	0,90	0,397	5,5	0,774	4,0	0,64	0,539	0,453	Medio
62	PBDI	Albania	35,5	320	6.400	2,0	11,5	0,48	0,380	3,5	0,811	6,5	0,86	0,557	0,451	Medio
63	PPDI	Egipto	32,5	110	4.100	5,2	7,4	0,28	0,368	4,8	0,731	1,7	0,68	0,564	0,446	Medio
64	PMDI	Sudáfrica	47,6	230	7.000	4,5	29,2	0,38	0,324	8,6	0,713	3,0	0,74	0,611	0,439	Medio
65	PPDI	India	32,5	100	2.250	5,1	6,0	0,98	0,412	3,0	0,633	1,2	0,60	0,473	0,436	Medio
66	PPDI	Libia	27,0	150	6.300	2,8	19,0	3,00	0,433	4,2	0,718	2,9	0,39	0,428	0,431	Medio
67	PPDI	Irak	25,0	200	4.800	6,0	14,2	1,15	0,348	4,6	0,667	2,1	0,48	0,456	0,391	Bajo
68	PPDI	Nigeria	25,5	40	2.000	17,0	6,0	0,58	0,353	3,8	0,855	14,2	0,81	0,422	0,381	Bajo
69	PBDI	Zimbabue	38,7	100	1.400	98,5	9,0	0,01	0,345	2,8	0,593	1,2	0,50	0,418	0,374	Bajo
70	PPDI	Burundi	20,9	4	220	8,3	1,0	0,15	0,336	6,8	0,426	0,7	0,25	0,324	0,331	Bajo
71	PPDI	Etiopía	28,5	30	950	26,8	18,0	0,10	0,267	3,5	0,498	1,0	0,38	0,344	0,298	Bajo
72	PPDI	Sudán	28,9	7	750	359,0	19,0	0,01	0,176	2,0	0,508	0,9	0,25	0,285	0,219	Bajo
73	PPDI	Venezuela	20,6	5	2.100	686,0	25,0	0,03	0,028	3,8	0,691	2,5	0,60	0,489	0,212	Bajo

Cálculos propios. Año base 2021.

Anexo 2. Matriz de cálculo del IDJ+BM — Año 2024 (definitiva)

Rank 2024	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
1	PADI	Suiza	59,2	4.480	96.480	1,4	4,0	0,52	0,798	11,5	0,970	4,4	0,932	0,820	0,807	PADI (Muy Alto)
2	PADI	Dinamarca	52,5	3.250	70.100	1,9	4,9	0,15	0,663	9,8	0,962	6,4	0,983	0,767	0,705	PADI (Muy Alto)
3	PADI	Alemania	54,5	2.220	53.200	2,5	3,3	0,05	0,615	12,8	0,959	4,5	0,942	0,838	0,704	PADI (Muy Alto)
4	PMDI	Noruega	44,7	3.450	94.800	3,6	3,8	0,11	0,670	8,5	0,970	5,7	0,935	0,746	0,701	PMDI (Muy Alto)
5	PADI	Estados Unidos	51,7	1.256	83.060	2,9	4,0	0,02	0,599	16,8	0,930	7,9	0,933	0,823	0,689	PADI (Alto)
6	PADI	Austria	52,9	2.400	58.100	3,5	5,0	0,05	0,612	11,5	0,930	5,9	0,920	0,768	0,674	PADI (Alto)
7	PMDI	Países Bajos	46,3	2.180	63.400	2,9	3,7	0,02	0,586	11,0	0,955	4,8	0,945	0,801	0,672	PMDI (Alto)
8	PADI	Japón	53,7	1.320	34.500	2,7	2,5	0,28	0,571	11,8	0,928	4,1	0,944	0,816	0,669	PADI (Alto)
9	PMDI	Suecia	48,7	2.600	59.200	2,6	8,3	0,06	0,586	10,9	0,959	6,0	0,948	0,780	0,664	PMDI (Alto)
10	PADI	Luxemburgo	53,2	2.780	131.300	2,6	5,6	0,01	0,715	5,7	0,932	10,5	0,918	0,583	0,663	PADI (Alto)
11	PADI	Islandia	53,3	2.750	76.800	5,5	3,4	0,33	0,674	9,2	0,972	12,1	0,966	0,646	0,663	PADI (Alto)
12	PMDI	Bélgica	49,1	2.160	54.800	3,4	5,7	0,03	0,577	11,0	0,951	5,0	0,895	0,778	0,658	PMDI (Alto)
13	PADI	Francia	51,5	1.910	46.300	2,3	7,4	0,04	0,560	12,0	0,915	4,2	0,915	0,801	0,656	PADI (Alto)
14	PMDI	Finlandia	48,2	2.450	56.200	2,4	7,5	0,03	0,577	10,2	0,948	5,6	0,960	0,775	0,656	PMDI (Alto)
15	PMDI	Nueva Zelanda	44,7	2.680	49.800	3,6	4,5	0,09	0,580	10,2	0,938	5,7	0,935	0,759	0,652	PMDI (Alto)
16	PMDI	Corea del Sur	49,4	1.530	34.650	2,4	2,8	0,63	0,578	10,1	0,937	6,4	0,968	0,756	0,649	PMDI (Alto)

Rank 2024	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
17	PADI	Canadá	51,8	2.150	56.800	2,5	6,1	0,04	0,590	11,4	0,939	7,7	0,910	0,733	0,647	PADI (Alto)
18	PMDI	Israel	43,2	1.620	53.200	2,8	3,4	1,30	0,611	7,8	0,921	6,0	0,905	0,695	0,645	PMDI (Alto)
19	PADI	Reino Unido	50,5	2.480	50.700	2,6	4,3	0,02	0,519	11,1	0,946	3,8	0,955	0,822	0,640	PADI (Alto)
20	PPDI	Irlanda	28,5	2.300	108.000	2,2	4,4	0,01	0,564	6,0	0,954	4,7	0,910	0,707	0,621	PPDI (Alto)
21	PADI	Eslovenia	52,7	1.350	33.200	2,8	3,5	0,09	0,550	9,1	0,926	5,3	0,890	0,727	0,621	PADI (Alto)
22	PMDI	España	48,4	1.430	33.400	2,8	11,2	0,04	0,493	10,5	0,916	4,0	0,912	0,779	0,607	PMDI (Alto)
23	PBDI	Singapur	40,5	1.350	88.400	2,6	2,0	0,29	0,585	5,3	0,949	8,6	0,965	0,638	0,606	PBDI (Alto)
24	PMDI	Chequia	46,5	820	31.400	2,4	2,7	0,70	0,539	9,2	0,902	5,8	0,855	0,696	0,602	PMDI (Alto)
25	PMDI	Portugal	48,3	1.020	27.800	2,6	6,4	0,09	0,497	10,6	0,882	4,1	0,890	0,756	0,600	PMDI (Alto)
26	PPDI	Arabia Saudita	32,5	1.060	32.500	2,1	4,5	2,45	0,575	5,5	0,881	6,9	0,935	0,632	0,598	PPDI (Alto)
27	PBDI	Italia	41,5	1.550	38.600	1,7	7,2	0,09	0,496	9,1	0,912	4,4	0,885	0,737	0,592	PBDI (Alto)
28	PADI	China	53,8	400	13.400	0,6	5,1	1,28	0,553	6,0	0,801	3,9	0,865	0,637	0,587	PADI (Alto)
29	PMDI	Croacia	47,5	910	21.500	4,0	5,8	0,51	0,507	8,0	0,889	4,3	0,825	0,689	0,580	PMDI (Alto)
30	PBDI	Emiratos AU	38,5	400	54.600	2,1	2,9	1,50	0,561	4,8	0,944	9,4	0,945	0,605	0,578	PBDI (Alto)
31	PMDI	Rusia	48,5	225	14.100	7,9	2,8	1,62	0,553	5,9	0,825	5,8	0,835	0,599	0,571	PMDI (Alto)
32	PBDI	Polonia	41,5	1.060	22.600	5,0	3,0	0,48	0,500	6,9	0,887	5,0	0,875	0,674	0,569	PBDI (Alto)
33	PMDI	Estonia	49,2	890	30.900	3,7	7,0	0,14	0,500	7,4	0,899	7,9	0,965	0,663	0,565	PMDI (Alto)
34	PMDI	Lituania	48,5	1.010	28.400	1,9	7,4	0,13	0,496	7,9	0,882	6,5	0,898	0,667	0,564	PMDI (Alto)
35	PMDI	Bulgaria	44,4	510	15.900	2,9	4,2	0,95	0,504	7,4	0,805	4,0	0,815	0,643	0,560	PMDI (Alto)
36	PBDI	Uruguay	38,3	560	22.100	5,5	8,1	0,48	0,441	9,2	0,834	3,5	0,915	0,731	0,557	PBDI (Alto)
37	PMDI	Hungría	42,7	730	21.800	3,8	4,4	0,36	0,478	7,2	0,856	4,3	0,840	0,666	0,553	PMDI (Alto)
38	PMDI	Letonia	49,5	760	25.100	3,8	6,6	0,14	0,491	7,3	0,875	6,4	0,871	0,646	0,553	PMDI (Alto)

Rank 2024	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
39	PMDI	Eslovaquia	42,1	810	24.900	2,9	5,4	0,08	0,462	7,9	0,860	5,0	0,835	0,664	0,543	PMDI (Medio)
40	PMDI	Brasil	44,2	285	10.300	4,1	7,7	0,58	0,450	9,5	0,766	3,1	0,825	0,681	0,542	PMDI (Medio)
41	PMDI	Serbia	43,9	500	11.200	4,8	9,0	0,46	0,444	9,3	0,809	3,8	0,835	0,687	0,541	PMDI (Medio)
42	PMDI	Chile	42,0	540	16.300	3,8	8,5	0,21	0,432	9,2	0,864	4,6	0,855	0,702	0,540	PMDI (Medio)
43	PMDI	Costa Rica	44,5	680	15.600	0,4	8,0	0,28	0,455	7,1	0,810	3,0	0,790	0,650	0,533	PMDI (Medio)
44	PPDI	Rep. Dominicana	33,1	420	11.300	3,5	5,2	0,26	0,479	5,4	0,770	2,2	0,765	0,610	0,531	PMDI (Medio)
45	PBDI	Grecia	35,5	900	23.400	2,9	10,5	0,03	0,406	8,8	0,901	4,4	0,855	0,716	0,530	PBDI (Medio)
46	PBDI	Rumania	39,5	720	19.100	5,8	5,7	0,44	0,458	6,3	0,832	4,1	0,785	0,624	0,524	PBDI (Medio)
47	PMDI	Cuba	42,5	25	8.500	31,0	1,5	0,30	0,439	11,5	0,764	1,6	0,545	0,643	0,520	PMDI (Medio)
48	PBDI	Perú	34,5	275	7.900	2,5	5,8	0,89	0,430	6,0	0,766	2,5	0,825	0,634	0,512	PBDI (Medio)
49	PBDI	Argentina	39,2	220	12.800	140,0	7,6	0,10	0,368	8,5	0,842	2,9	0,835	0,706	0,503	PMDI (Medio)
50	PMDI	Turquía	43,9	580	13.300	59,5	9,6	0,28	0,423	3,9	0,860	3,9	0,845	0,622	0,503	PMDI (Medio)
51	PBDI	Ecuador	34,5	460	6.500	1,8	4,1	0,12	0,401	7,3	0,768	2,5	0,785	0,642	0,498	PBDI (Medio)

Rank 2024	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
52	PBDI	Albania	36,5	410	8.100	3,2	10,3	0,55	0,403	6,2	0,796	2,6	0,795	0,638	0,497	PBDI (Medio)
53	PBDI	Colombia	35,2	335	7.100	6,4	10,2	0,32	0,380	8,2	0,762	2,2	0,815	0,671	0,496	PBDI (Medio)
54	PPDI	México	30,5	440	13.200	4,0	2,8	0,36	0,410	5,6	0,785	2,9	0,815	0,625	0,496	PPDI (Medio)
55	PBDI	Bielorrusia	40,5	190	8.500	6,0	3,2	0,18	0,427	5,8	0,805	4,6	0,785	0,594	0,494	PMDI (Medio)
56	PBDI	Indonesia	38,5	197	5.270	2,1	4,8	0,35	0,417	3,9	0,743	1,7	0,799	0,594	0,487	PBDI (Medio)
57	PBDI	Macedonia Norte	39,5	420	7.600	3,5	12,8	0,38	0,394	7,2	0,772	4,0	0,765	0,607	0,479	PBDI (Medio)
58	PPDI	Qatar	28,5	275	82.900	2,3	0,1	0,30	0,494	3,5	0,880	13,6	0,865	0,445	0,475	PPDI (Medio)
59	PBDI	Nicaragua	35,5	230	2.600	5,2	3,5	0,42	0,411	8,4	0,640	1,9	0,585	0,543	0,464	PBDI (Medio)
60	PBDI	Bolivia	34,5	360	3.800	3,8	4,0	0,15	0,396	7,2	0,703	3,4	0,675	0,555	0,459	PBDI (Medio)
61	PPDI	Kazajistán	30,8	185	13.500	8,7	4,7	0,25	0,386	3,6	0,809	6,2	0,895	0,567	0,458	PPDI (Medio)
62	PBDI	Irán	36,5	180	4.600	32,5	8,7	0,55	0,391	5,1	0,785	3,8	0,685	0,553	0,456	PBDI (Medio)
63	PBDI	India	34,0	125	2.700	4,6	4,9	0,95	0,423	3,2	0,650	1,3	0,655	0,497	0,453	PBDI (Medio)
64	PPDI	Egipto	33,5	125	3.300	32,5	7,0	0,20	0,362	4,5	0,731	1,6	0,725	0,575	0,447	PPDI (Medio)

Rank 2024	Bloque	País	RE %PIB	Sal. Mín. (\$)	PIB pc (\$)	Inflación %	Desempleo %	Robustez (Res/Deuda)	IDJI	Salud %PIB	IDH	Huella (gha)	EGDI	IBM	IDJ+BM	Clasificación
65	PPDI	Libia	25,8	180	7.100	2,4	18,5	3,00	0,441	4,0	0,750	2,7	0,415	0,445	0,443	PPDI (Medio)
66	PMDI	Sudáfrica	47,0	255	6.500	5,0	33,5	0,34	0,314	8,1	0,720	2,9	0,785	0,626	0,439	PMDI (Medio)
67	PPDI	Irak	24,3	260	5.800	4,0	14,5	1,45	0,369	4,6	0,679	2,0	0,515	0,471	0,410	PPDI (Medio)
68	PPDI	Nigeria	26,5	45	1.100	26,3	5,5	0,38	0,345	2,8	0,552	0,8	0,545	0,417	0,374	PPDI (Bajo)
69	PPDI	Venezuela	25,2	132	3.950	85,0	20,0	0,06	0,241	4,1	0,705	2,3	0,635	0,511	0,349	PPDI (Bajo)
70	PPDI	Burundi	21,7	5	215	22,0	0,9	0,10	0,329	6,4	0,423	0,6	0,275	0,327	0,328	PPDI (Bajo)
71	PPDI	Etiopía	29,5	35	1.500	23,4	16,5	0,09	0,288	3,3	0,498	1,1	0,415	0,349	0,312	PPDI (Bajo)
72	PBDI	Zimbabue	38,5	150	1.400	680,0	8,5	0,01	0,206	3,0	0,554	1,1	0,550	0,417	0,291	PBDI (Bajo)
73	PPDI	Sudán	24,3	8	520	145,50	23,0	0,01	0,196	1,8	0,495	0,8	0,275	0,279	0,229	PPDI (Bajo)

Fuentes. (1) RE % PIB: Banco Mundial, FMI, Eurostat, OCDE, ONU (UNSTAT), Expansión.com; Venezuela, datos del FMI y la CEPAL; Colombia, DANE. Cálculos propios. (2) Salario Mínimo Interprofesional: Banco Mundial, FMI y Naciones Unidas (UNSD); Cuba y Venezuela, Banco Central de Venezuela. (3) PIB per cápita: Eurostat para la región europea; ILOSTAT (OIT) para África y Asia; Gacetas Oficiales y Ministerios del Trabajo nacionales para América Latina y las potencias del BRICS; FMI para Venezuela y Cuba. (4) Inflación: FMI, Eurostat, BCV. (5) Desempleo: FMI (WEO Database, octubre de 2024); Banco Mundial (Open Data); OIT (ILOSTAT); Eurostat; OCDE; bancos centrales e institutos nacionales de estadística oficiales, incluyendo MOHRSS (China), Rosstat (Rusia), DOU (Brasil), Ministerio de Trabajo y Empleo de India, Departamento de Empleo y Trabajo de Sudáfrica, Consejo Supremo del Trabajo de Irán, NCW (Egipto), MHRSD (Arabia Saudita), MoHRE (EAU) y la Proclamación Laboral N.º 1156/2019 de Etiopía. (6) Robustez (Reservas Internacionales / Deuda Total): Banco Mundial / FMI IFS, Banco Mundial IDS. (7) Gasto corriente en salud (% PIB): Banco Mundial (indicador SH.XPD.CHEX.GD.ZS), OMS (Global Health Expenditure Database) y proyecciones fiscales nacionales ajustadas por PIB nominal para 2024. (8) IDH: PNUD (Informe de Desarrollo Humano) y proyecciones ODIJ (2024) mediante *nowcasting* de componentes agregados. (9) Huella ecológica: Global Footprint Network (National Footprint Accounts) y proyecciones ODIJ (2024) mediante modelado de intensidad de recursos, con el crecimiento del PIB real (FMI, 2024) y la intensidad de carbono de la energía (IEA, 2023) como variables predictoras. El promedio mundial sostenible es de aproximadamente 1,6 gha por persona; el promedio real mundial es de aproximadamente 2,7 gha por persona. (10) Gobernanza Digital (EGDI): United Nations E-Government Survey (UNDESA) y proyecciones ODIJ.

Nota metodológica. Se excluyó a Liechtenstein de la muestra final debido a su condición de micro-Estado y a la presencia de valores atípicos extremos en su PIB per cápita y estructura salarial, los cuales generaban distorsiones de escala en la normalización que dificultaban la comparación entre economías de tamaño estándar.