



Universidad Nacional de la Matanza
Posgrado

Doctorado en Ciencias Económicas

TESIS

Doctorando

Lic. Máximo D. SAUCEDO

Director

Dr. Alberto RUBIO

Mención: Economía

“Entropía Macroeconómica”

Fundamentos Teóricos de Entropía Macroeconómica

Buenos Aires

Dic, 2021 (v2)

Entropía Macroeconómica

Fundamentos Teóricos de Entropía Macroeconómica
Su Aplicación en las Crisis de Argentina (2001) y
Grecia (2015).

ÍNDICE

RESUMEN

GLOSARIO

INTRODUCCION 11

I	MARCO METODOLOGICO	13
1.	Objetivos de la investigación	14
2.	Hipótesis	15
3.	Relevancia / Justificación de la investigación	17
4.	Aspectos metodológicos	18
5.	Planteamiento del problema	19
6.	Limitaciones de la investigación	20
II	MARCO TEÓRICO	21
1.	Estado del Arte	22
2.	Marco teórico seleccionado	24
III	NÚCLEO DE LA INVESTIGACIÓN	27
	Inducción al núcleo	27
1.	Isomorfismo y la teoría Gral. de los sistemas	29
2.	Entropía en las ciencias	32
	2.1. Entropía en termodinámica	32
	2.2. Cálculo de la entropía	33
3.	Concepción del isomorfismo	34
4.	Esquema de términos análogos	35
5.	Desarrollo de las variables económicas análogas	36
	5.1. Unidad de costo de vida (UCV)	36
	5.2. Población económicamente activa (PEA)	39
	5.3. Masa monetaria (M1)	40
	5.4. Circulante y coeficiente de regulación	41
	5.5. Inflación	42
6.	Variables asociadas al isomorfismo	43
7.	Formulación del isomorfismo	44

8.	Cálculo de la entropía en termodinámica	45
9.	Cálculo de la entropía macroeconómica	47
	Conclusiones del capítulo	48
IV	HITO DE CRISIS	49
1.	Concepto del hito de crisis	49
2.	Historia de los hitos de crisis económicas	51
	2.1. Caso de estudio: hito de crisis Argentina (2001)	51
	2.2. Caso de estudio: hito de crisis Grecia (2015)	54
3.	Impacto de las crisis en el PBI	56
	3.1. Caso de estudio: crisis Argentina (1998 - 2002)	56
	3.2. Caso de estudio: crisis Grecia (2005 - 2016)	57
	Conclusiones del capítulo	58
V	VALIDACIÓN DE LA CONJETURA	59
1.	Caso de estudio: hito de la crisis Argentina 2001	60
	1.1. Definición de limitaciones y caso de estudio	60
	1.2. Definición de variables	60
	1.3. Datos históricos	61
	1.4. Datos para el cálculo del isomorfismo	62
	1.5. Formulas a desarrollar	62
	1.6. Cálculo del ciclo en el hito de crisis (2001)	63
	1.7. Cálculos de la entropía macroeconómica (Sme)	63
2.	Caso de estudio: hito de la crisis de Grecia 2015	64
	2.1. Definición de limitaciones y caso de estudio	64
	2.2. Definición de variables	64
	2.3. Datos históricos	65
	2.4. Datos necesarios del isomorfismo	65
	2.5. Formulas a desarrollar	65
	2.6. Cálculo del ciclo en el Hito de crisis (2015)	66
	2.7. Cálculos de la entropía macroeconómica	66
	Conclusiones del capítulo	67

VI	COMPARATIVA DE ENTROPIÁS MACROECONÓMICAS	68
	Caso de estudio A: Hitos de crisis argentina (años 1989; 2001; 2007; 2019)	
1.	Hito de crisis: hiperinflación – plan Austral (1989)	69
	1.1. Datos para el cálculo	69
	1.2. Desarrollo matemático	70
2.	Hito de crisis: corralito financiero (2001)	71
	2.1. Datos para el cálculo	71
	2.2. Desarrollo matemático	72
3.	Hito de crisis: retracción de la demanda – subprime USA (2007)	73
	3.1. Datos para el cálculo	73
	3.2. Desarrollo matemático	74
4.	Hito de crisis: devaluación – post elecciones paso (2019)	75
	4.1. Datos para el cálculo	75
	4.2. Desarrollo matemático	76
5.	Estructura entrópica macroeconómica	77
	Conclusiones del capítulo	78
	CONCLUSIONES FINALES	80
	Con apartado especial del autor	
	BIBLIOGRAFIA	82
	REFERENCIAS DIGITALES	89

ÍNDICE de tablas/ cuadros

N°	NOMBRE DE LA TABLA / CUADRO	Página
1.	Esquema sinóptico	20
2.	Esquema de términos análogos	35
3.	Índice de precios al consumidor (IPC 10/2018)	36
4.	Cálculo de la unidad de costo de vida	38
5.	Subsistemas asociados al isomorfismo	43
6.	Fórmulas análogas (isomorfismo)	44
7.	Hito corralito Grecia 2015	66
8.	Hito hiperinflación Argentina 1989	70
9.	Hito corralito Argentina 2001	72
10.	Hito recesión externa Argentina 2007	74
11.	Hito devaluación post paso Argentina 2019	76
12.	Estructura entrópica macroeconómica	78

ÍNDICE DE GRAFICOS

N°	NOMBRE DEL GRÁFICO	Página
1.	Proceso térmico Irreversible (real)	32
2.	Proceso térmico Reversible (ideal)	32
3.	Población económicamente activa	39
4.	Ciclo de Carnot	45
5.	Crecimiento interanual del PIB Argentina 1900 - 2014	56
6.	Crecimiento interanual del PIB en Grecia 2005 - 2016	57
7.	Espiral entrópico macroeconómico de Argentina 1989-2019	77

Resumen

Las crisis económicas expresan un comportamiento entrópico de los sistemas macroeconómicos, de manera que no sólo son poco predecibles, sino que además es incierto el fin de cada ciclo caótico.

Si tenemos en cuenta los ciclos caóticos – a nivel global- se destacan la crisis «crack de 1929», que produjo una gran depresión, aunque fue sobrepasada por las inconmensurables pérdidas de la II Guerra Mundial. Un lapso superado levemente por la prosperidad de posguerra. Pero, luego vendría la crisis de los años setenta que cambió la tendencia y desde entonces, sucesivas crisis se repitieron, con tiempos cortos de recuperación, hasta el hito de 2007.

Dada esta tendencia histórica de ciclos caóticos, esta investigación se propone investigar la posibilidad de predecir un «Hito de crisis», a través de conocer el estado de «Entropía» del sistema macroeconómico analizado y así, por medio de saber el resultado de otros momentos histórico-económicos, lograr inferir el advenimiento de un posible hito de crisis tipificado.

Abstract

Economic crises express an entropic behavior of macroeconomic systems, so that not only are they not predictable but also the end of each chaotic cycle is uncertain.

If we consider the chaotic cycles - at a global level - the crisis «crack of 1929» stands out, which produced a great depression, although it was surpassed by the immeasurable losses of World War II. A period slightly surpassed by post-war prosperity. But, then came the crisis of the seventies that changed the trend and since then, successive crises were repeated, with short recovery times, until the milestone of 2007.

Given this historical trend of chaotic cycles, this project aims to investigate the possibility of predicting a «crisis milestone», through to know the state of «Entropy» of the analyzed macroeconomic system and thus, knowing the result of other historical-economic moments, to infer the advent of a possible milestone of typified crisis.

Palabras clave

Entropía, entropía macroeconómica, crisis, ciclo de crisis, unidad de costo de vida.

Dedicatoria

A mi Papá, mi hermoso hijo y el Abu Juan.

Agradecimientos y reconocimientos

Quiero comenzar destacando al Profesor *Dr. Alberto RUBIO*, a quién admiro por su capacidad intelectual y sus valores humanos. Mi gratitud por su guía y confianza en este proyecto.

A mi amigo, Profesor *Ing. Claudio KARLEN* y al Profesor, *Diego SANTAMARIA* por sus soportes en ciencias exactas.

A mi querida esposa, *Andrea* por su valioso apoyo y mis hermanos, *Ana* y *Héctor* por elegir la Docencia.

A mi *Mamá* por su cariño.

A *Dios* - nuestro creador - por las oportunidades de la *vida*.

Agradecimiento especial a la Universidad

GLOSARIO y abreviaturas

En orden alfabético se presentarán las siguientes definiciones de términos

BM: Base monetaria

CETERIS PARIBUS: si se mantienen las mismas circunstancias y variables económicas.

ENTROPÍA: medida del desorden de un sistema.

SME: entropía macroeconómica.

FUNCIÓN DE ESTADO: se define en termodinámica como «una magnitud física macroscópica» que tiene el estado de un sistema en equilibrio, y que no depende de la forma en que el sistema llegó a dicho estado.

HITO DE CRISIS: es el punto espacio-temporal económico en el cual ocurre un suceso, que tiene principio y fin y que sus variables no tienen posibilidad de volver al estado inicial de la misma forma sin cumplir un proceso, denominado ciclo.

ISOMORFISMO: analogías como forma de inferencias lógicas de sentido biyectivo.

LAISSEZ FAIRE: dejar hacer, dejar pasar.

MOLÉCULA: conjunción definida y ordenada de átomos que constituye la porción más pequeña de una sustancia pura y que mantiene el total de sus propiedades.

M1: circulante monetario registrado.

PEA: población económicamente activa.

PRODUCTO: Poiesis es un término griego que significa creación o producción, derivado de ποιέω, «hacer» o «crear». Platón define en El banquete el término poiesis como «la causa que convierte cualquier cosa que consideremos de no-ser a ser». Se entiende por poiesis todo proceso creativo. Es una forma de conocimiento y también una forma lúdica: la expresión no excluye el juego.

R: constante universal de los gases.

UCV: unidad de costo de vida.

«En los mismos ríos entramos y no entramos,
pues somos y no somos los mismos».
Heráclito, s.f.¹

Introducción

La concepción de mi interés en este tema – la crisis económica - deviene de la lectura de una historia bíblica referente a José (hijo de Isaac). Quién es consultado - como todo profeta de su época - a revelar un sueño del Faraón de Egipto. Quién soñaba con: un grupo de «vacas gordas y vacas flacas» (La Biblia).

Surgiendo así de la interpretación de este sueño, una de las primeras reglas generales de la economía: que, en todo sistema macroeconómico, «hay tiempos de excedente y tiempos de escasez», proceso que es llamado...crisis económica.

Entonces y debido a la innegable realidad de esta regla general económica, la cual ha sido estudiada por importantes economistas y observada en varios momentos de la historia económica mundial - en particular- en la modernidad. Me propuse investigar, no sólo en bibliografía de las ciencias económicas, sino además en otras ciencias, como las ciencias exactas.

Comencé consultando a catedráticos de las ramas de la química y física, consultando al respecto del «cómo» se trata el tema de las crisis, dentro de su campo de estudio y debo aceptar que, - fue revelador para mí - conocer, que existen desarrollos técnicos, precisos y fundamentales en las ciencias exactas, que, además tienen una constante aplicabilidad para la vida cotidiana, utilizando como concepto teórico: «la ley de la entropía».

Esta rigurosa forma de medir la crisis de un sistema, no sólo formula desarrollos matemáticos aplicables y con resultantes precisos, sino que, además, transforma a los sistemas conocidos, en desconocidos. Pudiendo solo conocerse, el grado de desconocimiento/desorden que hay en un sistema.

Ante esta excepcional manera de conocimiento, me propuse investigar «la posibilidad de conocer» ese grado de entropía dentro de un sistema macroeconómico y así conjeturar un posible hito de crisis, utilizando y relacionando, métodos y teorías multidisciplinarias.

La manera de abordar el tema de este proyecto, es comenzando con un desarrollo del marco metodológico, exponiendo: los objetivos; la relevancia del tema; el planteamiento del problema; sus limitaciones y la hipótesis planteada. Todo bajo un lineamiento metodológico expuesto.

¹ Heráclito de Éfeso (540 – 480 a C). Texto de su obra recopilada en «Die Fragmente der Vorsokratiker» 22, B12.

En cuanto al «estado del arte», hay diferentes perspectivas de abordaje y resolución del tema crisis económica. Que demuestran la importancia del mismo en la sociedad moderna.

Pero ninguno de ellos utiliza el enfoque metodológico planteado en este proyecto, es decir no esbozan una herramienta de prospectiva que permita inferir el grado de crisis de un sistema macroeconómico.

Luego, en el «marco teórico» citaré una serie de obras literarias de varios autores. Entre ellas mencionaré, «la teoría general de los sistemas» como base lógica del proyecto y la obra del profesor Georgescu-Roegen: «Entropía de los sistemas económicos» la cual forma la base conceptual del mismo.

Expondré el «núcleo de la investigación», que nos relatará la idea, «concepción» de la analogía y el desarrollo de cada variable análoga, que serán parte de un Isomorfismo, esto es, una fórmula matemática que nos permita conocer la entropía del sistema.

De esta manera, llegamos al «hito de crisis», el cual es el momento geo-temporal definido para medir/obtener la Entropía macroeconómica del sistema. Ya que, es un punto de inflexión, en donde comienza y se cierra un ciclo macroeconómico, producto de varios factores identificados a nivel macro.

Conociendo entonces, los datos precisos de ese Hito de crisis, es posible llegar al «isomorfismo». Utilizando términos, desarrollos y fórmulas, que vendrán de las ciencias exactas hacia las económicas y conjeturaré la fórmula (isomorfismo) que me permita obtener un resultado «x», que será la entropía macroeconómica del sistema observado.

Así, utilizaré todo lo teórico presentado, para que, desde los datos empíricos, buscar «la validación de la conjetura», a través de la observación de datos histórico-económicos de dos casos testigos: Argentina (2001) y Grecia (2015), con el fin de lograr exponer, dos sociedades con marcos institucionales distintos pero que, al momento de su análisis científico, parecería que comparten algunas similitudes. En particular en este caso, tipificar de la misma forma, a su crisis financiera, llamándola «corralito» (retracción financiera por ley gubernamental).

Una vez obtenida la entropía de los hitos mencionados en los casos testigos, realizaré una comparativa de la entropía histórica obtenida y utilizando el caso testigo de Argentina, compararé los últimos cuatro hitos de crisis acontecidos en el sistema.

Pudiendo de esta manera lograr inferir: si el resultado de esas entropías, se acerca o se aleja de la última entropía analizada y predecir un nuevo posible hito de crisis.

Como cierre, expongo mis conclusiones del proyecto, esbozo el resultado de la misma y su incidencia en la Hipótesis, estableciendo un nuevo modo de hacer prospectiva económica.

CAPITULO I. Marco Metodológico

Entropía: medida del desorden de un sistema
RAE²

Introducción

A continuación, desarrollo los diferentes tópicos metodológicos de esta investigación, a saber:

- Objetivos generales, específicos y preguntas objetivo;
- Hipótesis de la investigación;
- Relevancia del proyecto;
- Aspectos metodológicos;
- Planteamiento del problema;
- Esquema y limitaciones.

Logrando así, dar a la misma un marco metodológico que sea de orientación clara a la investigación, con el propósito de obtener la validación de las conjeturas.

1. Objetivo de la Investigación

El enfoque de la investigación está basado en la Teoría General de los Sistemas y en esas coincidencias propias de la evolución de los procesos que se llevan a cabo en el trabajo del conocimiento.

Es posible inferir la existencia de «isomorfismos», esto es: analogías como forma de inferencias lógicas en el marco conceptual del segundo Principio de la Termodinámica.

Siendo «Entropía» la magnitud que mide el grado de desorden de un sistema, intentare construir (objeto de investigación) un isomorfismo que permita medir la Entropía de un sistema macroeconómico.

² Real Academia Española. Diccionario formato digital. Última consulta 13/7/2022. <https://www.rae.es/>

1.1.Objetivo General:

Conocer la magnitud del desorden / desinformación del sistema económico, esto es, su entropía.

1.2.Objetivo particular:

- 1.2.1. Identificar las variables involucradas en el isomorfismo;
- 1.2.2. Conocer si las variables económicas cumplen condiciones análogas a las físicas;
- 1.2.3. Determinar la entropía económica de las variables;
- 1.2.4. Proponer nuevos niveles de medición macroeconómica.

1.3.Preguntas objetivo:

- 1.3.1. Definir el isomorfismo del sistema económico que mida la magnitud de la entropía macroeconómica.
Respuesta: Capítulo III, 7.
- 1.3.2. ¿Existen estados de entropía en las variables económicas?
Respuesta: i. Capítulo VI, 5.
- 1.3.3. ¿Cuál es la variable análoga a Temperatura en los sistemas económicos?
Respuesta: Capítulo III, 5.4.
- 1.3.4. ¿Cuáles son las variables económicas para utilizar en la analogía?
Respuesta: Capítulo III, 5.
- 1.3.5. ¿Se cumplen las condiciones en las variables económicas, de la misma manera que en las físicas?
Respuesta: Capítulo III.
- 1.3.6. ¿Se cumple la «función de estado» en la variable económica?
Respuesta: Capítulo IV.
- 1.3.7. Determinar los casos de estudio que permitan conocer bajo una prueba «muestra», la entropía macroeconómica en un hito de crisis histórico - económico.
Respuesta: Capítulo V.

Además, para todas las preguntas, hay que tener en cuenta las hipótesis planteadas a continuación.

2. Hipótesis de la Investigación

Este trabajo incurre de manera minuciosa en las variables físicas de la termodinámica, investigando su manera de analizar y obtener datos de los sistemas, que le permiten medir las crisis en los mismos, buscando lograr un número de conjeturas análogas en los sistemas económicos, utilizando como premisa principal aquella que nos provee la teoría de los sistemas.

Asimismo, se vale del razonamiento de lo macro para resolver lo desconocido en lo micro.

Por lo tanto, obtengo una serie de hipótesis secundarias y las valido. Como también encuentro otras en conflicto que, aunque son detalladas, no son tema de estudio profundo de esta tesis, ya que no convalidan ninguna de las afirmaciones conjeturadas.

Se obtiene como resultado una conjetura principal, que será del esmero de la investigación, buscar validar.

2.1. Hipótesis principal

«Es posible conocer un isomorfismo que demuestre el grado de entropía de un sistema macroeconómico, logrando conjeturar el hito de una crisis».

2.2. Hipótesis Secundarias

Para la validación de la anterior hipótesis debieron validarse ciertas conjeturas que se transformarán, de manera conjunta, en la hipótesis principal. Ellas son:

- 2.2.1. La «función de estado» en el sistema económico se cumple debido a libertad inherente al ser humano en sus acciones económicas.
Referencia: Capítulo IV.1.
- 2.2.2. «El trabajo» en el sistema económico es la dispersión de las variables entre las etapas que contienen a una fluctuación, lo cual se transforma en el producto.
Referencia: Capítulo III, 5.3.
- 2.2.3. «La molécula» en el sistema económico es la PEA (población económicamente activa).
Referencia: Capítulo III, 5.2.
- 2.2.4. «La constante universal» en el sistema económico es la UCV (unidad de costo de vida).
Referencia: Capítulo III, 5.1.
- 2.2.5. La «temperatura» en el sistema económico es el M1 (circulante monetario registrado).
Referencia: Capítulo III, 5.4.

- 2.2.6. La resultante de un «ciclo de hito económico» deviene de la suma del trabajo de sus fluctuaciones.
Referencia: Capítulo III, 2, 8, 9 y Capítulo VI.
- 2.2.7. La «entropía de un sistema macroeconómico» es la resultante de la división de ΣP (suma de los trabajos-productos) sobre M1.
Referencia: Capítulo III, 9.
- 2.2.8. El «hito de una crisis» es el punto espacio-temporal económico en el cual ocurre un suceso, que tiene principio - fin y que sus variables no tienen posibilidad de volver al estado inicial de la misma forma, sin cumplir un proceso, denominado ciclo.
Referencia: Capítulo IV,1.
- 2.2.9. Conociendo la entropía macroeconómica durante el hito, es posible medir otras situaciones contextuales y predecir un nuevo hito en base a la dispersión de las variables.
Referencia: Capítulo VI, 5.

2.3. Hipótesis en Conflicto³

- 2.3.1. El momento del cierre del proceso del hito, no es la culminación del ciclo entrópico dado.
- 2.3.2. El PBI no es afectado en el grado en que sus variables lo son, debido a la compensación de las fluctuaciones.

³ Hipótesis de elaboración propia.

3. Relevancia de la investigación

La importancia, a priori, de la investigación, se encuentra en la posibilidad de lograr «una forma de medición» - en un momento del sistema -, de la desinformación de una economía, a través de sus parámetros macroeconómicos conocidos.

En consecuencia, conocer así la magnitud de desinformación del sistema, impulsada por distintos elementos económicos cuantitativos que inciden en las variables económicas analizadas.

Pudiendo de ese modo, conocer lo desconocido (objeto) y su grado de importancia (expansión/contracción) en el sistema económico analizado.

En adición a esto último, surge la utilidad de este instrumento (isomorfismo) para conjeturar (objeto) un posible Hito de crisis en el sistema macroeconómico.

La posibilidad de conocer la cercanía a un Hito de crisis, nos permitirá desde la experiencia histórico-económica, evaluar si se trata de un Hito de índole económico o financiero y en tal caso, simular posibles políticas económicas que desvíe esa tendencia al Hito y/o retrase las consecuencias para corregir decisiones y/o visualizar alternativas de escenarios de hitos de crisis.

Siendo entonces, la principal relevancia, la posibilidad de obtener una medida del grado de acercamiento a un hito de crisis. Pudiendo de este modo, posiblemente evitarlo.

Como resultado se obtendría una herramienta prospectiva, que siendo implementada con cierta tecnología de meta-data, permitiría agrupar un gran grado de datos conocidos, que, al ser analizados por este isomorfismo, nos muestre un grado de entropía macroeconómica que sea contrastada con datos analizados de otros hitos económicos – históricos de ese sistema.

4. Aspectos metodológicos

La metodología de estudio está centrada en el análisis de las variables descriptas para los casos – testigos (Grecia – Argentina). Bajo las rigurosidades epistemológicas propias de las ciencias exactas.

- Probabilidades estadísticas
- Isomorfismos matemáticos
- Teoría general de los sistemas

4.1. Bases de datos (Datos estadísticos macroeconómicos)

- PBI: Grecia y Unión Europea (2008-2016)
- PBI: Argentina (1989-2001)
- Consumo y ahorro: índices oficiales
- Masa monetaria: informada por bancos centrales
- Inflación: índices reconocidos
- Tasas de interés: activa y pasiva del banco central
- Presión impositiva: índices de organismos internacionales
- PEA: población económicamente activa
- IPC: índice de precios al consumidor

4.2. Fuentes

- Caso de estudio: Crisis griegas (2008 - 2016)

Banco Central Europeo; Parlamento europeo (Com. Asuntos económicos y monetarios); Comité Económico y social europeo; Comité de regiones (ECON); Eurostat (european statistic).

- Caso de estudio: Crisis argentinas (1993 - 2001)

Banco Central de la Rep. Argentina; Ministerio de economía Rep. Arg.; Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales; CONICET (repositorio); INDEC.
Banco mundial, BIRF-AIF; Fondo Monetario Internacional.

5. Planteamiento del problema

El principal problema que se quiere lograr resolver tiene como desafío el obtener una herramienta de prospectiva que permita conjeturar el advenimiento de un «hito de crisis».

En segundo lugar, está el reto de utilizar un enfoque sistémico, es decir, la unión de términos y funcionalidades de variables análogas entre las ciencias exactas y económicas.

Una tercera cuestión, tendrá que ver con la definición y validación del concepto estructural económico de «hito de crisis», ya que se intentará demostrar empíricamente (basados en la historia) que no se trata solo de un momento caótico, sino de un ciclo caótico.

En este punto, se añade a la problemática planteada, una medida de resolución utilizada por los gobiernos - en particular luego del crack de 1929 - la cual, ante distintas situaciones de hitos de crisis, se utiliza la teoría monetarista. Teoría cuestionada por su efectividad.

Toda la problemática, está basada en la búsqueda de conocer una medida de entropía macroeconómica y así, lograr compararla con los hitos de crisis históricos que formaron su estructura entrópica.

6. Esquema sinóptico y limitaciones

El siguiente esquema sinóptico muestra un detalle mínimo de los disparadores de la investigación, las metas a lograr en cada uno y las fuentes a analizar, con sus limitaciones.

6.1. Esquema sinóptico

Tabla 1: Esquema sinóptico		
Preguntas o problemas de investigación	Objetivos	Material empírico que analizará
El isomorfismo: magnitud de la Entropía macroeconómica	Conocer la magnitud del desorden/ desinformación del sistema económico.	Leyes de la termodinámica Ecuación macroeconómica fundamental
	Proponer nuevos niveles de medición económica.	Leyes de fundamentación teórica de los niveles de medición de temperatura y presión.
Las variables involucradas: ¿Cumplen la condición «función de estado»?	Conocer si cumplen las condiciones las variables económicas, como las físicas.	Leyes de la termodinámica Crisis económica griega (2008-2016).
Fuente: elaboración propia		

6.2. Limitaciones de la investigación

Al respecto de las limitaciones metodológicas, se observa la falta de datos históricos registrados en fuentes oficiales de las variables económicas a utilizar para el desarrollo del isomorfismo. Por lo tanto, y teniendo que considerar los hitos de crisis económicas de Argentina, se desarrollarán los cálculos limitando el trabajo a los hitos de crisis desde el año 1989 al 2019, para la comparativa de entropías del sistema económico.

En cuanto a las demás variables económicas no utilizadas en los cálculos del presente trabajo, se presenta un cuadro - en forma de marco conceptual - enumerador de variables involucradas, en paralelo al isomorfismo, como subsistemas asociados a las variables.

CONCLUSIONES FINALES

«El pasado es tan profundo,
ambiguo e incierto como el futuro»
C. West Churchman, 1961

Conclusiones finales

Con mucho agrado y siendo la Hipótesis principal de este trabajo la siguiente:

«Es posible conocer un isomorfismo, que demuestre el grado de entropía de un sistema macroeconómico, logrando así, conjeturar el hito de una crisis».

Puedo afirmar que, tras el desarrollo matemático expuesto en el capítulo VII y utilizando datos histórico-económicos del hito de crisis elegido en los casos de estudios, se pueden comparar niveles de entropía de un mismo sistema macroeconómico e inferir sus grados de alcance entre estos niveles, logrando así validar la conjetura.

Asimismo, debo destacar la importancia de haber obtenido el desarrollo de las premisas – como analogía de términos - que componen un conjunto de hipótesis secundarias del capítulo III, que, a su vez, son núcleo de la conjetura principal.

Otro hallazgo relevante tiene que ver con el caso de estudio elegido, en particular, la economía argentina, en su «Hito de crisis año 2001» y su comparativa con el último hito importante (al momento de esta tesis), «Devaluación post paso año 2019». Esta comparación de niveles de entropía expone un grado de entropía del sistema (47% de alcance) en cuanto al hito antes mencionado, pudiendo así inferir las consecuencias de mantener esta tendencia entrópica.

Considero a esta investigación, un producto multidisciplinar, aplicado a las ciencias económicas, en particular a la prospectiva económica, que, valiéndose de este cálculo matemático, nos aleja del desconocimiento del sistema y nos acerca a la posible prevención (*ceteris paribus*) de sucesos de «hitos de crisis» económicos similares.

En conclusión, propongo esta fórmula como un instrumento de medición de la entropía macroeconómica. Con el fin de predecir posibles hitos de crisis y/o tomar medidas que lo eviten o al menos reduzca su impacto económico.

Máximo D. Saucedo
Bs. As., nov. 2019

Apartado especial del autor

En referencia a las conclusiones finales de este trabajo y con el fin de pronunciar una validación de las mismas, considero que, a la fecha de la Defensa de esta Tesis, en el caso testigo de Argentina y teniendo en cuenta el cálculo de la (Em) entropía macroeconómica obtenida con fecha 10/08/2019. Puedo afirmar que, habiéndose establecido más de diez medidas reglamentarias restringiendo el acceso a la moneda US dólar. Se ha podido confirmar que, se ha aplicado un tipo de «corralito financiero», siendo un hito pronosticado por este trabajo en las conclusiones de nov. 2019.

Al respecto del desarrollo actual de las ciencias opino que, y como es bien explicado por el escritor, L. Von Bertalanffy, en su obra «Teoría Gral. de los sistemas», de que todos los conceptos que se dirían, p. ej. Nociones específicamente biológicas como las de especie, organismo, fertilización, y así sucesivamente, son definidos por medio de algunos criterios perceptibles: determinaciones cualitativamente susceptibles de fisicalización. El lenguaje físico es pues, el lenguaje universal de las ciencias.

Entonces, el debate de que, si se llegará a establecer un sistema hipotético-deductivo que abarque todas las ciencias, de la física a la biología y la sociología u economía, está abierto, pero no como búsqueda de un predominio unilateral de concepciones entre ciencias, sino como isomorfismos generales entre diferentes niveles.

Pero sí, considero que, - están dadas condiciones - de dar a conocer leyes científicas para distintos niveles de la realidad. Entonces, así podemos de modo formal, encontrar una correspondencia o isomorfismo de leyes y esquemas conceptuales en diferentes campos que sustenta la unidad de la ciencia.

Me refiero a que el «Mundo», es decir el total de los fenómenos observables demuestra una uniformidad estructural que se manifiesta por muestras isomorfas de orden en sus distintos niveles.

Lo anterior, bajo la visión del ser humano y sus observaciones (las ciencias) como un ser complejo, considerado no de manera «mecanicista» sino, formado e interrelacionado por/con sistemas físicos, biológicos, sociales, culturales y entonces también económicos.

Dr. Máximo D. Saucedo⁴
Bs As, Dic. 2021

⁴ Doctor en ciencias económicas.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Basualdo, Eduardo M. 2006. «La reestructuración de la economía argentina durante las últimas décadas». *Neoliberalismo y sectores dominantes. Tendencias globales y experiencias nacionales 1*, n°2: pp 123-173.
- Becker, Gary S. 1965. «A Theory of the Allocation of Time». *The Economic Journal* 75: pp. 493-517.
- Becker, Gary S. 1976. *The Economic Approach to Human Behavior*. Chicago: University of Chicago.
- Bellamy Foster, John y Magdoff, Fred. 2009. *The Great Financial Crisis: Causes and Consequences*. Nueva York: Monthly Review Press.
- Bertalanffy, Ludwig Von. 1968. *General System Theory. Foundations, Developments, Applications*. New York: G. Braziller.
- Boltzmann, Ludwig. 1964. *Lectures on Gas Theory*. Berkeley: University of California.
- Borel, Émile. 1963. *Probability and Certainty*. New York: Walker.
- Bridgman, Percy W. 1928. *The Logic of Modern Physics*. New York: Macmillan Co.
- Bridgman, Percy W. 1936. *The Nature of Physical Theory*. New York: Princeton University Press.
- Bridgman, Percy W. 1941. *The Nature of Thermodynamics*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Cairnes, John E. 1873. «Political Economy and Laissez-Faire». *Essays in political economy theoretical and applied 1*, n° 7: pp. 579- 602.
- Calzetta, Esteban. 2009. «Entropía». *Las ciencias naturales y la matemática 1*: pp. 39-126.
- Churchman, West C. 1961. *Prediction and optimal decision: Philosophical issues of a science of values*. New York: Prentice-Hall.
- Churchman, West C. 1968. *The system approach*. New York: Delacorte Press.
- Churchman, West C. 1971. *The Design of inquiring systems*. New York: Basic Books.
- Cole, Charles W. 1943. *French Mercantilism 1683-1700*. Nueva York: Columbia University Press.

- Diels, Hermann y Kranz, Walther. 1903. *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Berlin : Weidmannsche verlagsbuchhandlung.
- Eatwell, John y Taylor, Lance. 2005. *Finanzas globales en riesgo, un análisis a favor de la regulación internacional*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Eckler, Ross A. 1933. «A Measure of the severity of depressions 1873-1932». *Review of economics statistics* (May), n° 15: 75-81.
- Eddington, Arthur S. 1959. *New Pathways in science*. Ann Arbor: University of Michigan.
- Edgeworth, Francis. 1881. *Mathematical Psychics, An Essay on the Application of Mathematics to the Moral Sciences*. Londres: Kegan Paul & Co.
- Einstein, Albert. 1954. *Ideas and Opinions*. New York: Crown.
- Estey, James A. 1956. *Business cycles. Their Nature, Cause, and Control*. New York: Prentice-Hall.
- Estey, James A. 1960. *Tratado sobre los ciclos económicos*. Cdad. de México: Fondo de cultura económica.
- Eucken, Walter. 1950. *The foundations of Economics*. Londres: William Hodge & Co. Ltd.
- Fernandez Diza, Andres. 1994. *La economía de la complejidad*. España: Mc Graw Hill.
- Friedman, Milton. 1960. *A Program for Monetary Stability*. Nueva York: Fordham University Press.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. 1971. *Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Haberler, Gottfried. 1956. *Ensayos sobre el ciclo económico*, 2da. Ed. Cdad. de México: Fondo de cultura económica.
- Hansen, Alvin H. 1951. *Business cycles and National Income*. New York: Norton.
- Hammer, Preston C. 1969. *Advances in mathematical systems theory*. Pennsylvania: Pennsylvania University Press.
- Hume, David. 1739. *Treatise on Human Nature*. Oxford: Oxford University Press. (Versión castellana: *Tratado de la Naturaleza Humana*. Madrid: Tecnos. 1992).
- Jaynes, Edwin T. 1980. *How should we use entropy in economics?* Oxford: St. John's College.

- Jenkins, Alastair D. 2005. «Thermodynamics and Economics». *Bjerknes Centre for Climate Research, Geophysical Institute*. Bergen: University of Bergen.
- Jöhr, Walter A. 1952. *Die konjunkturschwankungen*. Zurich: Verlag.
- Keynes, John M. 1936. *General Theory of Employment, Interest and Money*. New York: Macmillan. (Versión castellana: *Teoría general del empleo, interés y dinero*, Cdad. de México: Fondo de cultura económica. 1943).
- Kindleberger, Charles P. 1978. *Manías, pánicos y cracs. Historia de las crisis financieras*. Barcelona: Ariel 1991.
- Klir, George J. 1969. *An approach to general systems theory*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Klir, George J. 1978. *Trends in general systems theory*. Madrid: Alianza editorial.
- KondrátiEFF, Nikolái D. 1956. *Los grandes ciclos de la vida económica*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.
- Krehm, William. 1999. *Introducing the Entropy Concept to Economics*. Toronto: COMER publications.
- Krugman, Paul. 2009. *De vuelta a la economía de la Gran Depresión y la Crisis del 2008*. Buenos Aires: Editorial Norma.
- Kuhn, Thomas. 1962. *The Structure of Scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. (Trad. Castellana: *La estructura de las revoluciones científicas*, Cdad. de México: Fondo de cultura económica).
- Malthus, Thomas. 1815. *An Inquiry into the Nature and Progress of Rent and the Principles by Which is it regulated*. Reimpresión de textos económicos, editado por J. H. Hollander, Baltimore: Johns Hopkins. 1903.
- Mandelbrot, Benoît. 1953. *An informational Theory of Statistical Structure of language. Communication Theory*. Editado por Jackson, London: Butterworth and New York Academic Press.
- Marshall, Alfred. 1891. *Principles of Economics*, 2.da. ed. Londres: Macmillan. (Trad, castellana: *Principios de economía*, 6.ta. ed. Madrid: Aguilar. 1963).
- Mattei, Guillermo. 2016a. «Inevitable vida: La relación entre la ley de la entropía y el origen de la vida». *Revista EXACTamente, FCEyN-UBA*, 56: pp. 14-17.
- Mattei, Guillermo. 2016b. «Sobre esas presuntivas aguas del tiempo: la segunda ley de la Termodinámica». *Revista EXACTamente, FCEyN-UBA*, 63: pp. 36-37.

- Maxwell, James C. 1867. «On the Dynamical Theory of Gases». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 157: pp. 49.
- Maxwell, James. C. 1902. *Theory of Heat*. London: Longman Green & Co.
- Mesarovic, Mihajlo. D. 1964. *Foundations for a general systems theory, view of general systems theory*. New York: Wiley.
- Mill, John S. 1848. *Principles of Political Economy*. W. J. Ashley (ed.). Nueva York: A. M. Kelley Publisher (Trad, castellana: *Principios de economía política*. Cdad. de México: Fondo de cultura económica. 1951).
- Mitchell, Wesley C. 1923. *Business cycles and unemployment*. Washington: Mc Graw Hill Book Co. Inc.
- Morin, Edgar. 2002. *El pensamiento complejo*. Madrid: Campos de ideas.
- Moyla Negrete, Rodrigo Alejandro. 2016. «Crisis griega: origen, consecuencias y aprendizajes». Tesis MBA. Universidad Técnica F. Santa María.
- Petty W. Sir. 1899. *The economic writings of Sir W.P.* Cambridge, Eng.: C.H. Hull.
- Planck, Max. 1914. *Theory of Heat*. Philadelphia: Blakinston's Son & co.
- Planck, Max. 1959. *The New Science*. New York: Meridian Books.
- Poincaré, Henri. 1913. *Foundation of Science*. Lancaster: Science Press.
- Prebisch, Raúl. 2003. «Introducción a la teoría dinámica de la economía». *Dr Raúl Prebisch, 1901-1986: archivo de trabajo*, J.F. Besa García (ed.). Santiago: Microfilmación y Sistemas Microsystem, S.A.
- Rapoport, Mario y Brenta, Noemi. 2010. «La crisis económica mundial: ¿el desenlace de cuarenta años de inestabilidad?». *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía* 41, n° 163: pp 7-30.
- Rubio, Alberto. 2016. *Retornar a Némesis*. Buenos Aires: Ediciones Fabro.
- Samuelson, Paul A. y Nordhaus, William D. 1998. *Macroeconomía*. XVI Edición, España: Mc Graw Hill, Inc.
- Schrödinger, Erwin. 1957. *Science, Theory, and Man*. New York: Dover publications.

- Schumpeter, Joseph A. 1928. «The Inestability of Capitalism». *Economic Journal* 38: pp. 361-386 (Trad, castellana: *La inestabilidad del capitalismo, en Ensayos de Joseph A. Schumpeter*. Vilassar de Mar: Oikos-tau, pp. 51-75. 1966).
- Schumpeter, Joseph A. 1939. *Business cycles. A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist Process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Shannon, Claude E. 1948. «A mathematical theory of communication». *Bell System Technical Journal* 27: 379-423 y 623-656.
- Sismondi, J. C. L. Simonde de. 1827. *Nouveaux principes d 'economie politique*, 2.da. ed.. París: Delaunay.
- Smith, Adam. 1759. *Theory of Moral Sentiments*. Indianapolis.: Liberty Classics. 1976.
- Veblen, Thorstein. 1898. «Why Economics Is Not an Evolutionary Science». *Quarterly Journal of Economics*, 12: pp. 373-426; 14: pp. 240-269. 1900.
- Walras, Leon. 1874. *Elements of Pure Economics*. William Jafle (trad.), Homewood: Irwin. (Trad. castellana: *Elementos de economía política pura o teoría de la riqueza social*. Madrid: Alianza. 1987).
- Weaver, Warren. 1948. «Science and complexity». *American Scientist* 36, n°4: pp 536-544.
- Wilden, Anthony. 1972. *System and structure*. London: Tavistock Publications Ltd.
- Zicari, Julian. 2017. «Miradas sobre el vendaval. Una evaluación crítica de las interpretaciones económicas y sociopolíticas de la crisis argentina de 2001». *Centro de estudios del Desarrollo* 34, n° 95: 1-38.

REFERENCIAS DIGITALES

Banco central de la República Argentina. <http://www.bcra.gov.ar/>

Banco central europeo. <https://www.ecb.europa.eu/>

Banco de Grecia (euro system). <https://www.bankofgreece.gr/>

Banco nacional de Grecia. <https://www.nbg.gr/>

Banco mundial. <https://www.bancomundial.org/>

Biblioteca digital de la justicia Argentina. <https://biblioteca.jus.gov/>

Blog Latinoamericano de economía y política. <https://focoeconomico.org/>

Business Data Platform. <https://es.statista.com/>

Consejo nacional de investigaciones científicas y técnicas. <https://www.conicet.gov.ar/>

Dirección de estadísticas y censos GCBA. <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/>

Harvard medical school. <https://www.health.harvard.edu/>

Instituto Nacional de estadísticas y censos. <https://www.indec.gob.ar/>