



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO,  
APROXIMACIONES A LA PLANIFICACIÓN  
ECONÓMICA COMPUTACIONAL**

Exploraciones en inteligencia artificial aplicado a  
sistemas económicos

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA**

ALFREDO OLGUÍN GALLARDO

**DIRECTOR DE TESIS  
DR. ALEJANDRO VALLE BAEZA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**EL DEBATE DEL CÁLCULO  
ECONÓMICO,  
APROXIMACIONES A LA  
PLANIFICACIÓN ECONÓMICA  
COMPUTACIONAL**

*Exploraciones en inteligencia artificial aplicado a  
sistemas económicos.*

Alfredo Olguín Gallardo

ASESOR: DR. ALEJANDRO VALLE BAEZA

---

# Dedicatoria

大学時代悲しい一日、私は貧乏になってしまった。貧困は苦しいです。状況は、体が痛くなかったが、先ず心が痛かった。

全ての優しい人たち、ありがとうございました。

かつて有名な著者は言いました。

「智に働けば角が立つ。情に棹させば流される。意地を通せば窮屈だ。兎角に人の世は住みにくい。」

夏目金之助、1906。

時々、「見ぬが花」と思います。だから、夢は私の人生の目的です。この論文のインスピレーションは、見ぬが花です。

# Índice general

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Índice de gráficas</b>  | <b>9</b>  |
| <b>1. El debate del cálculo económico y planificación central</b>                                | <b>13</b> |
| 1.1. Introducción al debate del cálculo económico . . . . .                                      | 14        |
| 1.2. Contribuciones . . . . .  | 19        |
| 1.2.1. Perspectivas fuera del marxismo . . . . .   | 19        |
| 1.2.2. Críticas a las soluciones no marxistas . . . . .  | 26        |
| 1.2.3. Democracia, planificación y crítica . . . . .   | 27        |
| 1.3. Vigencia e importancia del cálculo económico . . . . .                                      | 29        |
| 1.4. Críticas a la planificación central . . . . .   | 35        |
| 1.4.1. Críticas a las soluciones estáticas de mercado . . . . .                                  | 35        |
| 1.4.2. Crítica al sistema de precios y unidades de trabajo . . . . .                             | 36        |
| 1.5. El papel del capitalista “emprendedor” y funciones de<br>la política centralizada . . . . . | 38        |
| 1.5.1. La corriente circular . . . . .   | 40        |
| 1.5.2. El desenvolvimiento económico . . . . .   | 42        |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.6. Discusión . . . . .   | 46        |
| <b>2. Producción eficiente, economía computacional e inteligencia artificial de redes neuronales</b> | <b>51</b> |
| 2.1. Producción eficiente, tiempo de trabajo y redes neuronales artificiales . . . . .               | 52        |
| 2.1.1. Tiempo de trabajo y producción . . . . .  | 53        |
| 2.2. Precios de producción en términos de valor, lógica capitalista e ineficiencias . . . . .        | 57        |
| 2.2.1. Implicaciones de elegir de técnicas menos eficientes  | 64        |
| 2.2.2. Producción Eficiente . . . . .  | 65        |
| 2.3. Implicaciones de técnicas menos eficientes . . . . .  | 72        |
| 2.3.1. Producción Eficiente . . . . .  | 73        |
| 2.4. Inteligencia artificial en redes neuronales . . . . .   | 78        |
| 2.4.1. Redes Neuronales Artificiales . . . . .   | 79        |
| 2.4.2. Redes neuronales no supervisadas y supervisadas   | 82        |
| Algoritmo de back-propagation para redes neuronales . . . . .  | 87        |
| 2.5. Discusión . . . . .   | 88        |
| <b>3. Planeación económica; resultados de entrenamiento de redes neuronales</b>                      | <b>91</b> |
| 3.1. Introducción . . . . .  | 92        |
| 3.2. Desarrollo del modelo de inteligencia artificial . . . . .                                      | 93        |
| 3.2.1. Predicción de canastas de consumo . . . . .   | 93        |

## ÍNDICE GENERAL

---

|   |            |
|---|------------|
| 3.2.2. Preprocesamiento de datos . . . . .                | 95         |
| 3.2.3. Entrenamiento de la red neuronal . . . . .         | 96         |
| 3.2.4. Pruebas de validación de la red neuronal . . . . . | 100        |
| 3.3. Discusión . . . . .                                  | 103        |
| <b>4. Conclusiones</b>                                    | <b>107</b> |
| <b>Bibliografía</b>                                       | <b>115</b> |



# Índice de gráficas

|   |    |
|---|----|
| 1.1. <i>Pseudo Algoritmo de planificación económica de Cottrell y Cockshott (1993). Notar que los precios se miden en valores.</i> . . . . .                                      | 31 |
| 2.1. <i>Costo de producción: Trabajo intensivo en capital y trabajo intensivo en fuerza de trabajo. Elaboración propia con base en Cockshott (2009).</i> . . . . .                | 60 |
| 2.2. <i>Simplificación de matriz de Insumo producto para dos industrias.</i> . . . . .  | 68 |
| 2.3. <i>Neurona Biológica.</i> . . . . .  | 80 |
| 2.4. <i>Estructura convencional de una Neurona Artificial. Fuente Hastie(2009)</i> . . . . .  | 81 |
| 2.5. <i>Pseudo algoritmo de clasificación de correo basura por métodos de redes neuronales de Sharma y Kaur (2016). Se explica el proceso de algoritmo supervisado.</i> . . . . . | 84 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.6. <i>Ejemplo de números escritos a mano para ser clasificados mediante una red neuronal. Fuente: Elaboración propia con base a Ng (2012).</i> . . . . .       | 86  |
| 2.7. <i>Resultados de una la clasificación de texto por redes neuronales . Fuente: Elaboración propia con base a los datos de Ng (2012)</i> . . . . .            | 87  |
| 3.1. <i>Mapa de calor de base de datos normalizada. El rango de datos se muestra de 0 a 1 para las 35 industrias.</i> . .  | 97  |
| 3.2. <i>Estructura de Red neuronal multicapas.</i> . . . . .   | 98  |
| 3.3. <i>Desempeño de la red neuronal</i> . . . . .   | 99  |
| 3.4. <i>Matriz de confusión. Se muestra el desempeño predictivo de la red neuronal para las cinco canastas de consumo.</i>                                       | 100 |
| 3.5. <i>Característica Operativa del Receptor para la canasta 1. Se muestra el poder predictivo en cuanto especificidad y sensibilidad del modelo.</i> . . . . . | 101 |
| 3.6. <i>Característica Operativa del Receptor para la canasta 4. Se muestra el poder predictivo en cuanto especificidad y sensibilidad del modelo.</i> . . . . . | 102 |

# Prefacio

Esta investigación tiene como objetivo demostrar teórica y empíricamente que existe en términos económico-computacionales una alternativa de producción más eficiente que el modo de producción dominante.

Dentro del texto no se encontrará la amplia discusión de cómo se llegará a las condiciones materiales que determinarán el campo de acción para ejecutar tales proyectos, sin embargo, el autor reconoce que existe una amplia discusión al respecto y refuerza el entusiasmo de desarrollar las bases que permitirán sustentar una sociedad libre de los inexorables males que conlleva perpetuar la explotación del trabajo.



# Capítulo 1

## El debate del cálculo económico y planificación central

*“... the Soviet economy is proof that contrary to what many skeptics had earlier believed, a socialist command economy can function and even thrive”*

Samuelson y Nordhaus (1989).

## **1.1. Introducción al debate del cálculo económico**

La disolución de la Unión Soviética a finales del siglo XX ha minado una serie de certidumbres dentro de los pensadores críticos y socialistas. La desintegración del bloque económico y la transformación de miembros en capitalistas ha puesto a los teóricos del socialismo a la defensiva, en especial a los socialistas críticos del modelo soviético (Adaman y Devine, 1994).

Algunas de las fallas de la Unión Soviética son notables en las discusiones de teoría crítica. Los regímenes autoritarios, la escasez de productos y el desarrollo tecnológico militarista resuenan hasta nuestros días como graves defectos de la construcción del modelo soviético. Sin embargo, todavía algunos de los críticos del socialismo soviético atribuyen a su planificación causas injustas. Por un lado, el socialismo no plantea la solución de todos los problemas económicos cual fórmula mágica, sino formas más eficientes y científicas de la producción. El negar la existencia de problemas económicos es significa rechazar la naturaleza histórica de la producción misma, los desafíos prevalecen aún en el más desarrollado sistema de producción socialista<sup>1</sup>.

A pesar de su aparente fracaso, la importancia histórica del bloque socialista es únicamente equiparable a la gran revolución francesa del siglo XVIII, para algunos autores, se considera como la culminación

---

<sup>1</sup> Ver las condiciones que caracterizaron este periodo en Nove (1987).

## 1.1. INTRODUCCIÓN AL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO

---

crucial del devenir del siglo XIX (Hobsbawm, 1994). Aunque sumamente interesante, la extensiva historia de la unión soviética escapa de los objetivos de este estudio dada su complejidad, relevancia y diversidad de visiones.<sup>2</sup>

Desde variadas disciplinas y ciencias sociales se ha pretendido entender el fenómeno que aconteció en el bloque Socialista, las causas del deterioro y las algunas de las causas de su disolución son ampliamente examinadas hasta el día de hoy. Desde el punto de vista histórico y económico Nove (1987) menciona que prevalecían problemas intrínsecos de planificación, por ejemplo, respecto a tomar en cuenta los efectos de decisiones microeconómicas. Además, Nove consideraba un error crucial la carencia información que los planificadores centrales recolectaban u obtenían para satisfacer los objetivos económicos mediante el análisis y la puesta en marcha de la producción. Perspectivas similares a estos argumentos se pueden encontrar en las crónicas de viaje a la URSS en Düppe (2013), el autor relata las investigaciones que realizó Koopmans<sup>3</sup> en 1965.

---

<sup>2</sup> Para este fin, puede consultarse una desarrollada visión historiográfica en el ya mencionado texto de Hobsbawm (1994), así como el contexto de la disolución del régimen soviético en Nove (1987). Además, se observan algunas críticas en la producción en los textos de Karagedov (1988). En títulos mencionados inclusive se muestra una visión especializada del contexto histórico.

<sup>3</sup> Nobel en Economía 1975 e investigador de la universidad de Yale. Koopmans se consideraba un partícipe equitativo entre la planificación socialista y el modo de producción capitalista, dentro de la breve biografía disponible en el sitio oficial del premio Nobel se cita:

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

A pesar de haberse disuelto el bloque Socialista hace ya más de un par de décadas, hoy en día se observa discrepancia sobre el “fracaso” de la URSS. Por ejemplo, en los trabajos de Allen (2003) se hace detallado estudio que argumenta éxito económico del modelo soviético, una de las características más destacadas está un aumento extraordinario del ingreso, esto se asocia a causa de una migración planificada del campo a la ciudad y una asignación efectiva del empleo. Con resultados similares, el análisis econométrico de raíces unitarias de Harrison (1998) muestran que existe una fuerte tendencia de crecimiento en la productividad del trabajador de la URSS desde 1929 hasta 1984.

Sin embargo, la ruptura del socialismo soviético ofrece la posibilidad de desarrollar alternativas mucho más apegadas al socialismo marxiano. Una perspectiva alternativa al socialismo soviético es factible, por ejemplo, Nove (1987) objeta que la toda colectivización no obedece necesariamente a una perspectiva marxista.

Las respuestas de los autores que negaban la posibilidad de la producción socialista despertó un fuerte interés de teóricos en favor y en contra de la puesta en práctica de los modelos colectivistas. El debate

---

*“From my explorations of Marxist thinking in my student years, I have retained a lifelong interest in the prior formulation of that fundamental part of economic theory that does not require specifying the institutional form of society to be used as a framework for the description and comparison of different economic systems.”*

[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economic-sciences/laureates/1975/koopmans-bio.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1975/koopmans-bio.html)

## 1.1. INTRODUCCIÓN AL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO

---

del cálculo económico nace en este contexto, con la necesidad demostrar la factibilidad de ambas perspectivas, a pesar de ser un tema altamente discutido durante el siglo XX, la discusión sobre la puesta en marcha de un modo de producción de esta índole continúa hasta nuestros días.

El debate cálculo económico es la forma en que se conoce a esta discusión teórica centrada en argumentar si una estimación económica racional es posible para realizar planificaciones en el sistema de producción socialista. Principalmente, los autores que se mostraban contra esta perspectiva se caracterizaban con el pensamiento de la escuela Austriaca. A diferencia de los austriacos, economistas afines al socialismo pertenecían de distintas escuelas del pensamiento económico, destacaban neoclásicos y en etapas más avanzadas de la discusión algunas perspectivas marxistas.

Un resumen sobre la primera sección del debate (Barone-Pareto, Mises-Hayek y Lange) puede ser entendido desde el estudio de Bergson (1948)<sup>4</sup>. Primero, a principios del siglo XX Barone y Pareto demuestran con el equilibrio Walrasiano explicando la equivalencia formal de un estado socialista con un mercado de competencia perfecta. Segundo, para la década de 1920 Mises (1968, 1994) discute la supuesta imposibilidad del socialismo desde la perspectiva austriaca. Se entiende que los argumentos de Mises aceptaban la posibilidad del socialismo en su contexto teórico pero negaba la practicidad en la realidad (Por

---

<sup>4</sup>Citado y explicado en Cotrell y Cockshott (1993).

## *CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

ejemplo, en Lavoie (1985)). Tercero, se continúa con la visión negacionista con un tinte más moderado de la planificación económica con los trabajos de Hayek (1935). Cuarto, aparece el famoso artículo de Lange (1936) el cual sostuvo la posibilidad de la planificación económica socialista bajo la congruencia argumentativa matemática, además una visión realista y práctica para su aplicación. Más adelante el debate concluye con una endeble respuesta de Hayek (1948) pero carente de los argumentos originales dando una explicación poco contundente al debate, principalmente ofrece una visión que escapan de la discusión original y se enfocan hacia cuestiones cualitativas del mercado.

Por otro lado, en el debate se encuentra una fuerte tendencia de autores en favor del socialismo, principalmente argumentaban que la adecuada configuración de factores de la producción era racional y perfectamente posible en una economía planificada desde las primeras propuestas matemáticas de Oskar Lange (1936), incluso hasta las refinadas formulaciones computacionales de Cockshott et al. (2009) que esta investigación revisa con detalle. Pese a las críticas, se logró demostrar que la planificación socialista es posible desde diversas disciplinas y escuelas del pensamiento.

Al final del desarrollo de la discusión, los contendientes por la escuela austriaca proporcionaron pocos argumentos a la discusión, la justicia del tiempo dio la razón a las propuestas de Lange (1936) y a los argumentos socialistas. Algunos autores más actuales consideran que las críticas de Mises (1994, 1968) y Hayek (1935, 1948) fueron

malinterpretadas (Lavoie, 1985). Sin embargo, es una visión esperanzadora para todo aquel docto del dogma austriaco; la primera sección del debate fue claramente defendida por los socialistas.

## 1.2. Contribuciones

La diversidad de enfoques y argumentos en la discusión del cálculo económico abarcó distintas escuelas de pensamiento económico. Hubo visiones neoclásicas, austriacas y hasta críticos marxistas que enriquecieron el debate. A lo largo de la discusión varias propuestas resultaron en contribuciones al desarrollo del socialismo en la URSS.

Por un lado se observa que las propuestas ganadoras del debate del cálculo económico pertenecían a una propuesta esencialmente neoclásica para el debate de la primera fase. Finalmente, fuertemente sustentada la posibilidad de planificación económica por los marxistas de la segunda fase. Especialmente agumentado por contribuciones en robustos modelos econométrico-computacionales.

### 1.2.1. Perspectivas fuera del marxismo

Desde la perspectiva neoclásica, la previamente mencionada propuesta por Lange (1936), da a conocer 3 clases diferentes de datos necesarios para realizar el cálculo económico; enfocados a una explicación de mercado de precios. Primero, se requiere conocer las preferencias que guían las actividades. Segundo, el conocimiento de los términos y

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

alternativas. Por último, conocer la cantidad de recursos disponibles.

Para Lange, es posible planificar el socialismo desde un punto de vista mucho más eficiente que el capitalista (dirigido por la búsqueda de la ganancia), por un modelo de producción basado en prueba y error.<sup>5</sup>

El autor argumenta que las condiciones de producción deben estar determinadas por la satisfacción de las necesidades de los consumidores, es decir, satisfacer la demanda. Para Lange, en una economía planificada lo que se busca producir son condiciones de equilibrio de mercado, impulsadas desde la producción, que obedezcan a la eficiencia de factores de la misma y recursos.

Además, el autor propone que la producción debe estar regida por precios que satisfagan los costos de producción.

*“The output of the whole industry must be determined by the rule to produce exactly as much of a commodity, no more nor less, than can be sold to consumers or .accounted for to other industries at a price which equals the average cost of production.”* (Lange, 1936)

---

<sup>5</sup>Otros ejemplos pueden observarse en las ampliamente conocidas propuestas de Barone (1908). Barone argumenta que la producción socialista puede ser llevada a cabo por medio de prueba y error (Bradley y Mosca, 2010). El argumento se centra en imitar las prácticas ineficientes del sistema capitalista ya que según los autores en el largo plazo muestran resultados; una selección “natural” de la producción. Además, Lange (1936) menciona que una explicación similar a su propuesta puede encontrarse en los trabajos de Taylor (1929).

También, desde la perspectiva de costos marginalista se muestra que las condiciones de equilibrio, para que la planificación económica llegue a este punto, están dadas al momento de combinar los factores de la producción en proporciones que permitan que la productividad marginal equivalga a los costos marginales y el precio de la mercancía en cuestión. Las condiciones que regulan el funcionamiento teórico limitan la libre entrada y salida de las empresas. Además, se consideran los precios de los productos y los ingresos de los consumidores como dados previamente.<sup>6</sup>

Por otro lado, la cuestión de la oferta de trabajo y de salarios también es incluida en este modelo. Se considera al trabajador libre de ofrecer su fuerza de trabajo a la industria que más le convenga en términos de precios o preferencias. Para Lange, la cuestión de los salarios debe estar íntimamente relacionada con la política de planificación, sostiene que la especificación de los precios de los servicios determinará también su distribución en las industrias.

Para Lange, el salario o dividendo social debe ser tal que no distorsione los precios del mercado. El autor propone que en caso de que un trabajo otorgue más producto social que la "desutilidad" que el trabajo específico conlleva, el excedente producido debe ser socialmente distribuido. En otros términos, el trabajo debe ser remunerado de acuerdo a la pérdida de utilidad del trabajador en términos marginalistas.

---

<sup>6</sup>Aquí se puede observar más claramente la fuerte relación de la solución matemática de Lange con los supuestos de la economía convencional.

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

La relevancia del autor en el debate del cálculo económico consiste en abordar la visión de la teoría económica convencional aplicada a la planificación económica en mostrar que, desde la teoría neoclásica, una economía basada en la satisfacción de necesidades (en lugar de la maximización de ganancias) elimina parte de las condiciones de producción capitalistas, permitiendo a los planificadores económicos determinar el número de industrias necesarias para saciar las necesidades de los consumidores.

Sin embargo, las limitaciones desde la perspectiva teórica propuesta de Lange son evidentes en el momento en que los precios son asumidos como dados. De acuerdo con las críticas a la planificación, los precios de los productos no puede ser conocido *ex ante*, lo cual según Mises (1968) había especificado como una de las causas centrales que hace impráctica la planificación socialista.

No obstante, la perspectiva de Mises es un argumento sólido y hasta cierto punto, válido, no obstante fue rebatida bajo la siguiente explicación de Lange:

*“... the Central Planning Board has to fix prices and see to it that all managers of plants, industries, and resources do their accounting on the basis of the prices fixed by the Central Planning Board, and not tolerate any use of other accounting. Once the parametric function of prices is adopted as an accounting rule, the price structure is established by the objective equilibrium conditions. For each*

*set of prices and consumers' incomes a definite amount of each commodity is supplied and demanded” (Mises, 1968)*

Para la perspectiva de Lange, es pertinente llevar a cabo ajustes de prueba y error para determinar las cantidades adecuadas de producción para saciar las necesidades de mercado. Si bien, la propuesta responde de manera ingeniosa y aceptable a la crítica de Mises, no da una respuesta contundente ya que el mismo autor admite que pueden existir ineficiencias en la planificación socialista “*Any price different from the equilibrium price would show at the end of the accounting period a surplus or a shortage of the commodity in question*” (Lange, 1936)

En pocas palabras, la solución es satisfactoria pero no global y quizás dudosa para la aplicación fuera del marco teórico. Lange demuestra que es posible el socialismo bajo un enfoque de equilibrios de mercado, conocida dentro del debate como una solución de socialismo de mercado. Aunque la perspectiva de Lange requiere perfeccionamiento desde una perspectiva marxista para comprender los fenómenos de la mercancía y las implicaciones de la teoría valor trabajo. Las críticas de Mises (1968) en general inválidas, podrían definitivamente ser desechadas con una fuerte y congruente aplicación de la teoría marxista del valor a la planificación socialista.

Para propuestas al socialismo desde la perspectiva neoclásica como los estudios de Lange y Barone (1908), el objetivo principal se basaba en realizar demostraciones teóricas de equilibrios óptimos y estáticos

## *CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

de Pareto, mientras que las soluciones siempre se encontrasen sujetas a las reglas del socialismo. En general, las propuestas de Lange se caracterizan por una demostración suficiente de que la planificación socialista puede llegar al óptimo paretiano sin necesitar un mercado de medios de producción; proponiendo una especie de simulación en el socialismo de lo que las funciones de mercado capitalistas realizan.

7

Otro trabajo importante fuera de la perspectiva marxista, pero en favor de una economía planificada, se trata de las destacadas propuestas de Dickinson (1933). En el artículo se propone como posibilidad el realizar una economía planificada acatando la discusión de la determinación de precios discutida por Mises-Lange. En respuesta a los críticos de la planificación y para aportando a la discusión del cálculo económico se ofrece una solución que toma en cuenta las leyes de precios fundamentales en el capitalismo; principalmente se sugiere una planificación de precios basada en la oferta, la demanda y el costo de bienes.

Inclusive, Bergson (1967) vuelca la discusión de la producción con soluciones de mercado como una alternativa para resolver problemas de competencia en el socialismo soviético desde una perspectiva de competencia perfecta. Conocida como una de las primeras y más importantes “soluciones de mercado”, la propuesta de Dickinson (1933)

---

<sup>7</sup> Cabe mencionar, desde la perspectiva marxista, las soluciones de mercado no son generalmente aceptadas como se desarrollará en apartado correspondiente.

constituye una solución endeble ya que, por ejemplo, tomaba en cuenta la remuneración al trabajo como un factor de segundo orden. Por otro lado las contribuciones de Bergson (1967) presentan las soluciones de mercado como superiores pero con cierta reserva: “... *market socialism ... will trend to be more efficient than centralized planning ... but not as much as is often assumed*”.

El ya mencionado economista ruso y profesor de la Universidad de Glasgow, Alec Nove (1987), a pesar de observarse en algunos pasajes de los textos *a superfluous and fallacious approach* sobre las implicaciones de la teoría marxista del valor, en la sección de *Precios, Ganancias y Teoría del valor*, argumenta en favor de la misma perspectiva de los socialistas neoclásicos, similar a los argumentos que plantean medidas de mercado como alternativas necesarias para la planificación socialista.

La discusión desarrollada hasta ahora es conocida como la primera fase del debate del cálculo económico que abarca poco más de medio siglo de controversia. A partir de 1980 resurgió la problemática en ambas perspectivas. La amplia versión revisionista desde la visión austriaca de Don Lavoie (1985) es un ejemplo claro de la reaparición de la discusión. Cabe mencionar que poco menos de una década después se generalizaron las propuestas del marxismo basadas en modelos computacionales complejos. Más adelante, se mencionarán estos trabajos como la segunda fase del debate que continúa hasta la actualidad.

A pesar de que los socialistas neoclásicos permitieran ganar el de-

## *CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

bate a favor de la posibilidad del socialismo, problemas intrínsecos a la discusión marxiana pueden ser observados. La negación constante a la utilidad de la teoría del valor, la determinación de los precios de mercado y mecanismos basados en dinero son algunas de ellas. Afortunadamente, las críticas y contribuciones a finales del siglo XX y principios del siglo XXI destacan este error y forman propuestas basadas en la teoría marxista del valor trabajo.

### **1.2.2. Críticas a las soluciones no marxistas**

Una vez revisadas las propuestas de los socialistas neoclásicos, vencedores de la primera fase del debate, se continuó por conocer las perspectivas marxistas que negaron estas versiones como una respuesta válida a la planificación. Dentro de esta segunda fase de la discusión se puede proponer dividir a los autores según la postura en la que se ubican dentro del debate.

Primero, las versiones críticas a las propuestas socialistas-neoclásicas como la alternativa marxista que ve problemas en el socialismo planteado por Lange (1936), Barone (1908) y Dickinson (1933), algunas de las visiones marxistas tienden a mostrar que la forma de planificación democrática no está bien proyectada y bajo el marco teórico marxista analizan problemas de clases, planificación democrática y de mercado.

Segundo, las nuevas propuestas basadas en modelación computacional buscan resolver las críticas austriacas mostrando que el sistema de producción socialista debe ser eficiente, planificado y sin meca-

nismos de mercado. Generalmente estos trabajos proponen repensar la planificación desde metodologías no convencionales en la economía.

### 1.2.3. Democracia, planificación y crítica

Desde la perspectiva Marxista, Maurice Dobb (1972) observa que la solución neoclásica de Lange es insuficiente para comprender el problema real del socialismo. Dobb argumenta que las soluciones de Lange se limitan a observar el socialismo como una relación de intercambio, en palabras del autor las aportaciones de Lange se caracterizaron por *“narrowing of the focus of study to problems of exchange-relations”* (Dobb, 1972)

También hay que mencionar que las soluciones de mercado resultan muy criticables desde el marxismo a pesar de su afinidad al socialismo, ya que existe discrepancia con algunos importantes autores marxistas. Un ejemplo claro es el concepto de poder de compra. Es posible aún en el socialismo de mercado, objeta Dobb (1933), aquí se expresa un problema en el socialismo de mercado, como un diferencial de capacidad de compra a trabajos más costosos a la sociedad. El autor explica su argumento brevemente de la siguiente forma:

*“If carpenters are scarcer or more costly to train than scavengers, the market will place a higher value upon their services, and carpenters will derive a higher income and have greater ‘voting power’ as customers.”* Dobb (1993)

## *CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

Las debilidades del sistema socialista de mercado se plantean en el sentido de que el mismo productor es consumidor, el evitar integrar de manera lógica el trabajo como factor de producción resulta una debilidad de las soluciones no marxistas de mercado.<sup>8</sup>

Una extensa colección de respuestas a la planificación socialista fuera de una economía de mercado se encuentra descrita en Campbell et al. (2002). Para los críticos que argumentan que una sociedad de mercado es la única solución válida para una coordinación económica, el autor propone una vasta explicación de distintos modelos de producción colectivizada enfocada al desarrollo humano sin la necesidad de un mecanismo de mercado.

Sin embargo, la opinión general del debate se centra en admitir que los modelos de Lange (1936), Barone (1908), Dickinson (1993) y consecuentes, sirvieron como pauta para comprender el cálculo económico del socialismo y plantar la discusión teórica de la posibilidad de una producción eficiente en esferas ajenas al marxismo. Además, mostró la posibilidad de la planificación bajo una perspectiva distinta.

A pesar de existir un consenso amplio en que Lange respondió a las críticas satisfactoriamente (Allin y Cottrell (1993), Adaman (1994)), hay trabajos críticos a esta postura, nostálgicos al tratar de rebatir los fundamentos de planificación socialista, principalmente centrados en argumentar que las críticas austriacas fueron “mal interpretadas”

---

<sup>8</sup> Ver, por ejemplo, la negación a la teoría del valor bajo el socialismo (Nove 1987, p.18)

### 1.3. VIGENCIA E IMPORTANCIA DEL CÁLCULO ECONÓMICO

---

(e.j. Lavoie, 1985). Lamentablemente, para los críticos del socialismo, las malas interpretaciones mencionadas abordan cuestiones tangenciales de la discusión. Por ejemplo, de acuerdo con Hayek (1945) las propeustas de Lange tendieron a fallar en demostrar que el mecanismo de mercado no sólo son precios de mercado sino que también son conocimiento. Aunque se considera que los argumentos de Hayek (a pesar de hacer caso omiso a la crítica) no cambian en lo esencial la posibilidad de planificar la producción socialista según el resto de los planteamientos.

### 1.3. Vigencia e importancia del cálculo económico

A pesar de que existe más de un siglo de discusión sobre el tema, los retos teóricos contemporáneos resultan más elaborados que las discusiones pasadas. Por ejemplo, los trabajos de Cottrell y Cockshott (1993) analizan una perspectiva interesante al vincular la teoría marxista del valor con métodos computacionales de la época para resolver problemas de la planificación socialista. Dentro del amplio trabajo se muestran algoritmos de simulación vinculados a la inteligencia artificial o aprendizaje automatizado. Un ejemplo claro es la aplicación que se propone para armonizar la distribución de industrias.<sup>9</sup> Incluso, se

---

<sup>9</sup> Ver el capítulo 6 titulado Detailed Planning y en especial la subsección A new plan-balancing algorithm p.81-86.

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

muestran acercamientos a la economía de la complejidad<sup>10</sup> desde la teoría marxista del valor trabajo.

El trabajo de Cottrell y Cockshott (1993) *Socialist Planning After the Collapse* se considera un trabajo relevante y pionero en esta perspectiva, los autores justifican una aproximación al cálculo económico desde una visión algorítmica sobre lo que una economía socialista como se especifica en la figura 1.1.

Evidentemente, estas perspectivas resultan diferentes a las discusiones originadas por los economistas de principios del siglo XX. Aunque los argumentos y técnicas se han refinado para los críticos actuales del socialismo, tales críticas se reducen a mostrar que los métodos computacionales y las capacidades de *hardware* actualmente son insuficientes.

Por ejemplo, desde la perspectiva de la escuela austriaca, el artículo de Engelhardt (2013) nace como crítica al trabajo de Cottrell y Cockshott (1993). Engelhardt sugiere que las mejores quinientas supercomputadoras actuales no poseen capacidad suficiente para resolver las necesidades de procesamiento que requiere la planificación económica, los argumentos inspirados en la falta de capacidad compu-

---

<sup>10</sup> La economía de la complejidad es una rama de la heterodoxia económica. Conocida por ser un camino interdisciplinario, la complejidad obedece a un paradigma de modelación holística. Ejemplos claros pueden verse en los modelos basados en agentes interactivos y modelos de agentes computacionales que menciona Kirman (2012), las recientes propuestas desde la econofísica de Cockshott et. al (2009) o la vinculación complejidad-data science de Olguín (2015).

### 1.3. VIGENCIA E IMPORTANCIA DEL CÁLCULO ECONÓMICO

---

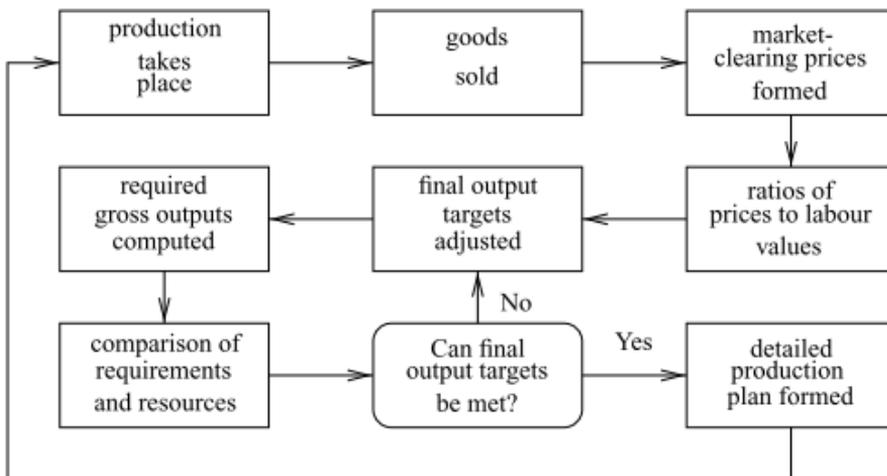


Figura 1.1: *Pseudo Algoritmo de planificación económica de Cottrell y Cockshott (1993). Notar que los precios se miden en valores.*

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

tacional son una perspectiva equivocada del autor. Lamentablemente el autor objeta por una posición limitada del problema y desde una visión subjetiva basada en conocimientos sesgados argumenta:

*“... we rarely notice the limitations of processing power on the low-powered personal computers that most of us use, the reason is that we rarely ask computers to solve difficult problems.”*

Afortunadamente, personas que no se limitan a hacer uso básico de un computador utilizan incluso computadoras personales para resolver “problemas difíciles”, no se diga de supercomputadoras diseñadas para estas tareas. Desde mediados de la última década de los noventa hay algoritmos altamente eficientes para resolver un “sistema de ecuaciones” como lo plantea Engelhardt, ejemplos claros son las soluciones iterativas de convergencia y redes neuronales que reducen drásticamente el tiempo de procesamiento.<sup>11</sup>

Una buena metáfora que ilustrará la redundancia de las críticas de Engelhardt a la reciente discusión computacional, haciendo una

---

<sup>11</sup>La reducción del tiempo de procesamiento es tan fuerte que problemas que tardarían cantidades monstruosas de tiempo se pueden resolver en cuestión de segundos de la forma adecuada. El campo de discusión es demasiado amplio para abordarse en este pequeño espacio, sin embargo todas estas metodologías mencionadas pueden encontrarse en el famoso libro de Hastie (2009) así como metodologías para eficiencia de procesamiento (e.j. Principal Component Analysis) y la fundamentación matemática de la teoría de subespacios vectoriales para la redimensión de matrices.

### 1.3. VIGENCIA E IMPORTANCIA DEL CÁLCULO ECONÓMICO

---

apología de estas críticas (planificación por medio de procesamiento computacional) se reduce a argumentar una falacia, sin importar los millones de poderosos y fieles caballos que se dispongan, nunca se podrá llegar a la estratósfera lo cual imposibilita el viaje espacial. Evidentemente, el problema parte de una concepción errónea de la complejidad del problema del cálculo económico. El observador inteligente no se limitará a pensar cuantos caballos se necesitan, sino a pensar que la energía gastada por los caballos puede ser utilizada de una manera completamente distinta por un sistema de propulsión apto para ese trabajo sin necesidad de siquiera sólo un fiel equino.

Engelhardt se equivoca al asumir que las computadoras son incapaces de resolver un amplio “sistema de ecuaciones” ya que al igual que la metáfora del fiel equino, no es cuestión de capacidad bruta de procesamiento computacional, sino de inteligencia de diseño para la optimización del proceso.<sup>12</sup>

La vigencia de la discusión es evidente, las aproximaciones desde la perspectiva computacional son necesarias dentro de las discusiones críticas para comprender los retos económicos que el socialismo conlleva.

Otra perspectiva importante se refiere al concepto de planificación democrática en el socialismo llamada originalmente, *Democratic Plan-*

---

<sup>12</sup> Por ejemplo, en la sección 2.4 de esta investigación se aborda la perspectiva de un algoritmo de redes neuronales. La eficiencia del proceso cambia drásticamente ante una configuración de optimización lineal tradicional contra una configuración más moderna de aproximación por óptimos locales.

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

*ned Socialism* por los autores primarios correspondientes, sin entrar en detalles de “cómo realizar la planificación”, ésta puede encontrarse en las investigaciones de Campbell et. al (2002). Bajo esta visión, una forma mucho más comprensiva de los objetivos y principios del socialismo son reexaminados desde una perspectiva crítica.

Una interesante visión disidente a la planeación democrática se puede ver en Brewster (2002), desde el velo teórico característico de la perspectiva austriaca el autor sostiene que la planificación democrática es imposible ya que el “Estado” supone intereses idénticos y privilegiados para la clase dominante. A lo largo del artículo, la crítica se diluye hasta ser una objeción en contra del convencional estado capitalista, aunque éste es un ejemplo claro de la crítica austriaca a la planificación económica.

Sin embargo, consideraciones desde la complejidad pretenden responder a esta cuestión; para la planificación democrática es necesario estimar las necesidades de todos los individuos en la producción socialista (Allin y Cockshott, 1993).

A pesar de la derrota ideológica y económica de los países integrados a los bloques llamados socialistas del siglo XX, la discusión sobre la posibilidad de una sociedad basada en los principios del socialismo aún sigue, un buen ejemplo de la vigencia de ello es la extensa discusión multidisciplinaria que se puede ver en los ampliamente discutidos artículos de Cockshott et al. (2012), Devine et al. (2012), Ding et al. (2012), Hanel et al. (2012) y Harnecker et al. (2012).

## 1.4. Críticas a la planificación central

### 1.4.1. Críticas a las soluciones estáticas de mercado

No obstante las propuestas de Lange y sus continuadores en general se consideraron como vencedoras del debate, inconformes con la explicación, diversos autores presentaron nuevos puntos de vista respecto a la diversificación del conocimiento y decisiones concentradas en el individuo. Principalmente caracterizados por la escuela austriaca argumentaron en contra de la planificación socialista.

Para la escuela austriaca, así como en la teología, se cree que un ente inigualable y superior regula partes del actuar económico. De acuerdo con los simpatizantes de esta teoría el sistema de mercado genera maravillas que no pueden ser igualadas por la planificación.

A suerte de un *deus ex machina*, para la escuela austriaca en general el mercado funciona de la siguiente forma

“The marvel is that in a case like that of a scarcity of one raw material, without an order being issued, without more than perhaps a handful of people knowing the cause, tens of thousands of people whose identity could not be ascertained by months of investigation, are made to use the material or its products more sparingly; i.e., they move in the right direction.” Hayek (1945)

Retomando el argumento de la escuela austriaca, las supuestas soluciones no partían de una explicación de las funciones que el mercado

regulaba.

### 1.4.2. Crítica al sistema de precios y unidades de trabajo

Gracias a las críticas, se pudo comprender que había problemas en el planteamiento del socialismo. Al parecer, el repensar las condiciones en que el socialismo debe ser llevado a cabo permite llevar la discusión más adelante y dejar de lado los errores teóricos que acontecen a la planificación. En realidad, es necesario retomar las posiciones críticas y superar los obstáculos teóricos que se han señalado a lo largo del debate del cálculo económico.

Dentro de los planteamientos críticos a la planificación más discutidos, Hayek (1945) argumenta que la planificación central sólo es posible si el “individuo planificador” conoce de manera simultánea el valor de los medios de producción, los medios de consumo y las condiciones de suministro de los medios de producción. Dentro del mismo trabajo, se discute la complejidad del procesamiento que lleva cada individuo respecto al mercado.

Para Hayek (1945) al igual que a Mises (1968), resulta demasiado complicado sustituir el conocimiento diversificado del individuo por un solo planificador (*single mind*); el argumento cae en pensar que una cantidad enorme de decisiones individualizadas es aceptable, mientras que una decisión única no solucionaría las dificultades que el maravilloso sistema de precios resuelve (parcialmente, inclusive para el mismo

#### 1.4. CRÍTICAS A LA PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

Hayek).

En general, las críticas a la planificación central se han concentrado en un solo argumento que poco han cambiado desde el debate original. Se resumen en la deificación del mercado de precios dada la complejidad millones de decisiones que mantienen el sistema de manera inconsciente y no calculada.

*.<sup>o</sup>n paper, we can conceive this problem to be solved by a series of mathematical calculations... But in practice this solution is quite unworkable. It would necessitate the drawing up of millions of equations on the basis of millions of equations on the basis of millions of statistical data based on many more millions of individual computations But in practice this solution is quite unworkable. It would necessitate the drawing up of millions of equations on the basis of millions of statistical data based on many more millions of individual computations. By the time the equations were solved, the information on which they were based would have become obsolete and they would need to be calculated anew. The suggestion that a practical solution of the problem of planning is possible on the basis of the Paretian equations simply indicates that those who put it forward have not grasped what these equations mean." (Lange 1936, citando a Robbins)*

## 1.5. El papel del capitalista “emprendedor” y funciones de la política centralizada

Dentro de las críticas austriacas a la planificación, es muy común encontrar objeciones sobre la desaparición del emprendedor en la economía socialista. Esta alarmante preocupación de la perspectiva austriaca descansa en la ferviente necesidad de justificar la propiedad privada de los medios de producción, explotación del trabajo asalariado, las jerarquías de clase, el sistema de mercado y precios.

Para los austriacos el emprendedor es un actor de la sociedad capitalista sumamente importante, no existe cambio en la economía capitalista sin ellos. La desaparición del sistema económico capitalista y de precios supone para ellos un error ya que no existirán decisiones encausadas por la ganancia, no habrá iniciativa de producción y la sociedad se llevará a un estancamiento en “*la corriente circular*”, no habrá ganancias económicas y la sociedad no obtendrá beneficios.

Adaman (1994) presenta una cita interesante de Barry Smith que resume el pensamiento de la escuela austriaca sobre el emprendedor, sus funciones e “importancia”.

*“competition and entrepreneurship explain how an economy moves through time; how it is that through a process of evolutionary adaptation dispersed knowledge is coordinated so*

### 1.5. EL PAPEL DEL CAPITALISTA “EMPRENDEDOR” Y FUNCIONES DE LA POLÍTICA CENTRALIZADA

---

*that an order is produced.*” (Barry 1984 en Adaman 1994, p 71)

El pensamiento austriaco se resume a entender que sin emprendimiento la sociedad se establece dentro de ciclo de bienestar constante y poco provechoso. Muchas de las explicaciones Austriacas caen en atribuir capacidades únicas y subjetivas<sup>13</sup>, en general se busca encontrar patrones de comportamiento o ideología que permiten a un individuo “sobresalir” del resto como emprendedores.

A diferencia de la vulgar concepción que exalta al emprendedor por su cualidades *ferre magicas* de transformar el mundo, Schumpeter especifica claramente que la visión como transformador del mundo no pretende glorificar de ninguna forma el papel del emprendedor, ya que no se pueden definir como genios ni bienhechores de la humanidad (Schumpeter, 2012).

Comprender el papel del emprendedor en la economía capitalista, puede responder a las críticas generalizadas de escuela Austriaca, observar que la planificación económica no rompe con el esquema de innovación y menos aún con la de desarrollo económico es importante para evitar la trampa absurda de argumentar que el socialismo es un sistema de producción cuya complejidad es tan alta que es “imposible de decidir” entre formas distintas de producción (Mises, 1968).

---

<sup>13</sup> Los trabajos dedicados a mostrar al emprendedor con cualidades que obedecen a lo extraeconómico abundan. Un ejemplo claro es el artículo de Yu (2007), o en su versión más convencional, ver Elmuti et. al (2011), Boz y Ergeneli (2014).

### 1.5.1. La corriente circular

Schumpeter (2012) es conocido como uno de los más grandes teóricos del emprendedor y simpatizante de la teoría Austriaca.<sup>14</sup> Una de sus obras más famosas y en la que basa toda su teoría del ciclo económico *Teoría del desenvolvimiento económico* coloca al emprendedor como causa inicial del proceso y desarrollo económico. Esto quiere decir, que el emprendedor es quien formula y transforma la economía en el sistema de producción capitalista.

El emprendedor como núcleo básico de la teoría de Schumpeter obedece a explicar un fenómeno económico basado en las ganancias. El planteamiento se centra en explicar que existen dos estadios en una economía, la corriente circular y el desenvolvimiento económico. Tomando en cuenta estos argumentos, esta sección tomará como base los trabajos de Schumpeter al entender las funciones del capitalista-emprendedor al que se hace mención.

La corriente circular es un momento histórico del proceso económico donde no existen ganancias. Los productores se concentran en

---

<sup>14</sup> En realidad un simpatizante visto algo ajeno para algunos de sus colegas. Por ejemplo Hayek (1945) califica a Schumpeter (1983) como un digno estudioso desde los cánones de cierta parte del positivismo en su obra *Capitalismo socialismo y democracia*. Críticos, por ejemplo Allin y Cockshott (1993) aproximan a Schumpeter (1971) como un escritor neoclásico en su obra *Historia del análisis económico*. Sin embargo, el libro que se maneja en este apartado Schumpeter (2012) *Teoría del desenvolvimiento económico* es considerada una importante base del pensamiento austriaco, sentó las bases de una teoría del valor basada en la innovación y el emprendedor en el capitalismo.

### 1.5. EL PAPEL DEL CAPITALISTA “EMPRENDEDOR” Y FUNCIONES DE LA POLÍTICA CENTRALIZADA

---

producir lo necesario con los métodos productivos convencionales disponibles para satisfacer las necesidades pero sin ir más allá.

En palabras de Schumpeter la corriente circular consiste en un periodo de la acumulación capitalista, donde “El sistema económico no cambiará de forma caprichosa y por propia iniciativa, sino que en todo momento estará en conexión con el estado anterior de las cosas.” (Schumpeter, 2012) Es decir, una estadio económico donde la forma de producción y distribución no cambia en lo fundamental al periodo anterior. La corriente circular pretende explicar que existen momentos en los que la ganancia es nula y el emprendedor no existe como actor social. En otras palabras, el bienestar económico de toda la sociedad (en la corriente circular) no cambia debido a la ausencia de ganancias o reproducción de capital.

Otras propuestas muy similares a la idea de Schumpeter sobre la corriente circular pueden verse en los esquemas de reproducción simple en el segundo tomo de *El capital* de Marx (2011). Los supuestos principales de esta herramienta de análisis proponen que los capitalistas ejercen todo el plusvalor en consumo, no hay ahorro ni inversión, cambio de composición orgánica del capital o incremento del mismo.

Una lectura rápida de la propuesta de Marx caracteriza algo similar a la corriente circular, un modelo económico donde la ganancia es nula, la sociedad produce lo que consume en el mismo periodo; no acumula.

Pocas propuestas de los esquemas de reproducción simples se encuentran disponibles. Un estudio útil para comprender los supuestos

## *CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

e implicaciones para que exista esta condición de reproducción simple de Marx se encuentra en el trabajo de Valle (1978) y en una versión más simple en Ávila (2015). Los autores argumentan al igual que Marx, la condición necesaria de producción del periodo debe ser igual al consumo, los medios de producción, así como las combinaciones de producción se mantienen constantes y se agotan en el mismo periodo.

Si bien, la intención no es buscar la similitud de las propuestas teóricas de Schumpeter (2012) y Marx (2011), es pertinente mencionar que en ambas teorías diametralmente opuestas hay una preocupación similar, el cómo se logra el bienestar, la obtención de ganancias y en otras palabras el desarrollo económico mismo. Marx y los marxistas argumentan que es por medio de la acumulación de capital, por el otro lado la teoría del desenvolvimiento económico y la posición de la escuela austriaca asumen que es por el actuar del emprendedor.

### **1.5.2. El desenvolvimiento económico**

En segundo término, Schumpeter plantea su teoría enfatizando que es necesario un rompimiento de la corriente circular y un desarrollo del desenvolvimiento económico. Este consiste en desarrollar una nueva combinación de los factores productivos (tierra, trabajo y capital) en los que se pueden clasificar los siguientes fenómenos.

1. La introducción de un nuevo bien o nueva calidad que no se haya comercializado previamente.

### 1.5. *EL PAPEL DEL CAPITALISTA “EMPRENDEDOR” Y FUNCIONES DE LA POLÍTICA CENTRALIZADA*

---

2. Introducir un nuevo método de producción o inclusive sólo consistir en una nueva forma comercial del manejo de las mercancías.
3. Apertura de nuevos mercados, es decir, la entrada en un mercado que no existiera previamente en una zona determinada o país.
4. Apropiación de una nueva fuente de aprovisionamiento de mercancías (primas o semi manufacturadas).
5. Nuevas organizaciones en cualquier industria, monopolio o destrucción de monopolio por ejemplo.

Tomando en cuenta estas características, se puede entender que el planteamiento de Schumpeter se resume en innovación aplicada, es decir, la ejecución de nuevas técnicas, relaciones mercantiles y de adquisición en las mercancías, enfocado siempre a las relaciones de producción del sistema capitalista. En el caso del socialismo, estas 5 formas de innovación son posibles bajo una satisfactoria planificación económica.

En concreto, la definición del emprendedor puede ser resumida de la siguiente forma:

“No han acumulado bienes de ninguna clase, no han creado medio de producción originarios, sino que han empleado medios de producción existentes en forma distinta, más apropiada y más ventajosa. Han "llevado a cabo nuevas combinaciones". Son empresarios. Y su ganancia, o sea el

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

excedente, al cual no corresponde ninguna obligación, es la ganancia del empresario.” Schumpeter (2012)

Schumpeter en la *Teoría del desenvolvimiento económico* aborda extenso capítulo respecto a La ganancia del empresario, pretende aclarar que en el capitalismo el emprendedor convencional es distinto al planificador económico (sin mucho éxito) ya que más bien, da a entender que el emprendedor no realiza ninguna función ajena a lo que la toma de decisiones de la política central ofrece.

Retratado como líder, el planificador económico funge como el actor económico encargado de realizar transformaciones en el modo de producción, llevando a cabo nuevas combinaciones de los factores de la producción. El argumento enfatiza que la planificación es llevada por un sólo individuo, lo cual en realidad es una falacia, la planificación económica no puede ser concentrada en un solo individuo como se mostró en el extenso debate del cálculo económico respecto a la democratización de la demanda y los objetivos de la planificación.

A pesar de que Schumpeter niega la teoría del valor y se centra en la observación simple de la ganancia como una diferencia entre el precio de mercado y los costos, argumenta en favor de la planificación en el sentido económico, muestra que existen funciones posibles inherentes en la planificación económica que realizan la labor del emprendedor en la “sociedad comunista” .

Si bien, hemos descubierto que negar o no utilizar la teoría del valor y estar en favor del socialismo es algo bastante común, se entiende

### 1.5. EL PAPEL DEL CAPITALISTA “EMPRENDEDOR” Y FUNCIONES DE LA POLÍTICA CENTRALIZADA

---

que las intenciones de formular diferencias entre el emprendedor y los planificadores económicos es un intento mal logrado dentro de la Teoría del desenvolvimiento económico. El sistema de producción centralizada debe y puede realizar distintas combinaciones de los factores de la producción, con el fin último de buscar eficiencia y satisfacción social.

Por otro lado, desde el punto de vista crítico el emprendedor no resulta ser un bien generalizado en la sociedad capitalista, las causas de la existencia del emprendedor en una sociedad capitalista son desarrolladas por Dobb (1955). Dobb sostiene que en el capitalismo las clases sociales son divididas en distintos grupos dadas ciertas cualidades. Caracterizadas por el poder del ingreso, las clases con mayor capacidad económica ejercerán un *command over money* mucho más fuerte que las clases bajas. Es la necesidad del emprendedor como actor social mantener el diferencial de clase, privilegiar las necesidades de la clase con mayor *command over money* y evitar la competencia e interacción entre clases.

Una visión similar puede encontrarse en la famosa crítica de Hamilton (1984) a la teoría convencional y a los axiomas religiosos de la teoría económica en general. Hamilton ofrece una perspectiva crítica respecto al emprendedor y clasifica sus funciones:

“We undertake no technological activity without its capitalization; and by virtue of capitalization of all technological activity we are constantly reassured of its beneficence. And no role is more beneficent than that of the manipula-

## CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL

---

tion of this life stuff, that of the capitalist entrepreneur.”  
(Hamilton, 1984)

El argumento en sintonía con el desarrollo de Dobb, permiten observar al emprendedor como una pieza necesaria e indispensable de la maquinaria de reproducción capitalista por sus cualidades de encauzar la producción a necesidades de las clases dominantes. Sin embargo y a pesar de las críticas austriacas, en el socialismo las funciones del emprendedor perduran en el sentido objetivo schumpeteriano.

Para el caso de la planificación económica, las necesidades de clase son la prioridad y evitar que ciertos individuos de la sociedad impongan sus necesidades sobre los demás. En el capitalismo por el contrario, el emprendedor realizará innovación y combinaciones de los factores de la producción siempre y cuando representen una ganancia; generalmente obedece a las clases con mayor *command over money*.

En el socialismo, la planificación deberá realizar la misma función de llevar a la sociedad a un estadio de ganancias pero sin favoritismos de clase, ahí si realizará una verdadera innovación y generación de excedente generalizado.

### 1.6. Discusión

Está fuera del objetivo de esta investigación proveer de una visión positiva o alentadora de las condiciones de producción efectuadas en la Unión Soviética. El revivir los pesares que se vivieron bajo dicho siste-

ma sería una negación del proceso histórico, sin embargo, es menester poder comprender cuáles fueron las políticas, discusiones y políticas llevadas a cabo en dicho sistema.

Primero, durante el debate del cálculo económico observamos un creciente interés sobre la posible planificación económica por medio de un modo de producción socialista a principios del siglo XX. Las críticas principales fueron presentadas por la escuela austriaca y se centraron en argumentar la imposibilidad de la planificación económica desde el punto de vista económico y matemático.

Afortunadamente para los defensores del socialismo, las críticas a la planificación fueron rebatidas múltiples veces por diversos autores y desde diversos puntos de vista. La conclusión es que los ganadores del debate fueron los economistas de la planificación. Los argumentos que sostenían un socialismo planificado, se concentraron en objetar desde los fundamentos de la teoría neoclásica, lo cual derivó a propuestas fuera del marxismo y dejando de lado la relevancia de la teoría valor-trabajo de Marx.

Los socialistas neoclásicos de la primera mitad del siglo XX fundamentan los argumentos en buscar llegar a la determinación de los precios bajo un sistema de prueba y error acatando las leyes de determinación aleatoria de precios y ajuste bajo la interacción de mercado. Una economía monetarizada regía dentro de las propuestas y se complementa bajo las llamadas “soluciones de mercado”.

Las conclusiones que se sacan de estas propuestas de socialismo de

## *CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

mercado son retomadas por la segunda parte del debate. Caracterizada por una fuerte discusión a mediados de los 80's, se pretendió llevar a nuevos sectores teóricos.

Además se mostró principalmente una extensa versión revisionista desde la perspectiva austriaca, presentado facetas ya descritas en los autores representantes de esta escuela y solamente reanimando las discusiones viejas con el argumento de una mala interpretación de los críticos originales.

Por otro lado, las perspectivas marxistas fructificaron la discusión. Surgieron visiones desde el marxismo como una alternativa a la planificación real de la URSS. Autores diversos trataron de llevar la teoría marxiana del valor trabajo a esta discusión, presentar una crítica a la visión socialista neoclásica que dió pie a la primera fase del debate y observar que la planificación económica era completamente posible con la ayuda de las ciencias computacionales y el entendimiento de la teoría marxista del valor trabajo.

La discusión continuó a lo largo de la década de los 90's. Tras la caída del régimen Soviético, los socialistas de la época mostraron una fuerte defensa a los ideales del socialismo denunciando los errores de la Unión Soviética y permitiendo una nueva apertura del debate. Es hasta este momento del acontecer histórico, que las ventajas reales de los sistemas computacionales presentan una alternativa real y científicamente demostrable de una planificación económica.

La escuela austriaca no tardó demasiado en reformular los ar-

gumentos y fallidamente tratar de demostrar que el procesamiento computacional estaba limitado para llevar a cabo “tantos procesos”. Afortunadamente para los teóricos del socialismo, esta perspectiva presenta argumentos endebles y poco relevante sobre el funcionamiento computacional del procesamiento, los autores que sostienen esta crítica olvidaron completamente tomar en cuenta que existen formas tan variadas de programación como escuelas de pensamiento.

Engañosamente a su favor, estos autores críticos de la planificación argumentan por la versión más simple y poco desarrollada para resolver un sistema de ecuaciones. Formas más complejas de programación a lo largo de la segunda parte del debate demuestran las críticas como falsas y al paso del desarrollo tecnológico se vuelven aún menos válidas.

Al día de hoy, es inclusive mucho más factible la planificación económica para una cantidad significativa de mercancías. Dirigir la discusión hacia la perspectiva computacional da todas las ventajas a la planificación económica y complementado con una visión marxista de la teoría del valor trabajo se puede construir un modelo de producción mucho más eficiente, equitativo y sustentable al actual modo de producción capitalista.

*CAPÍTULO 1. EL DEBATE DEL CÁLCULO ECONÓMICO Y  
PLANIFICACIÓN CENTRAL*

---

## Capítulo 2

# Producción eficiente, economía computacional e inteligencia artificial de redes neuronales

*El tipo tradicional de intelectual se confiere vulgarmente al literato, al filósofo, al artista... Por eso, los periodistas que se creen escritores, filósofos o artistas se consideran también verdaderos intelectuales. En la vida moderna, la educación técnica estrechamente conectada al trabajo industrial, aun el más primario y descalificado, debe formar la base del nuevo tipo de intelectual.*

Gramsci, A. (1976)

## 2.1. Producción eficiente, tiempo de trabajo y redes neuronales artificiales

Desde el punto de vista de la economía convencional, es necesario realizar procesos productivos eficientes de manera que reduzcan costos y éstos igualen los ingresos marginales para obtener el mayor beneficio en la producción o utilidad<sup>1</sup>. Análogamente, la planificación económica ha desarrollado alternativas de eficiencia basadas en métodos distintos y más concretos. Los métodos de producción que se desarrollan a lo largo de este capítulo caracterizan una forma diferente de determinación de precios y decisiones de locación de recursos a la que emplea el *mainstream* económico.

Los desarrollos siguientes, toman en cuenta los aportes hechos por Marx referentes a la relevancia del tiempo de trabajo como unidad de medida de la productividad del trabajo. En este caso, es pertinente mencionar que no se desarrolla un planteamiento bajo los conceptos más específicos que caracterizan el modo de producción capitalista, más bien, se pretende desarrollar con base en algunos de los aportes del marxismo un sistema de producción eficiente, democrático y ajeno a la explotación capitalista.

Trabajos previos no abundan en este tema. Principalmente los autores que se destacan en la sección primera de esta investigación plan-

---

<sup>1</sup>Ver las discusiones sobre el *autismo de realidad* que la teoría neoclásica asume al medir los beneficios económicos en unidades de utilidad en los trabajos de Salama (1978).

## 2.1. *PRODUCCIÓN EFICIENTE, TIEMPO DE TRABAJO Y REDES NEURONALES ARTIFICIALES*

---

tean la mayoría de los aportes que se mencionarán a continuación. Este apartado menciona los aspectos fundamentales de la teoría marxista del valor trabajo que permitirán construir un sistema de producción alternativo.

Esta sección se organiza de la siguiente manera. Primero, se especifica las funciones que tienen las categorías de la teoría marxista del valor en el sistema de producción capitalista, se desarrollan desde el punto de vista simplificado y se enfatiza en mostrar las ineficiencias económicas al seguir la lógica de producción según se observa en el sistema capitalista. Segundo, se ejemplifica la funcionalidad de las categorías bajo una economía planificada distinta a las relaciones sociales de producción capitalista. Tercero, se analiza la viabilidad técnica-computacional de realizar cálculos complejos, flexibles, lineales o no lineales según las generalidades de algoritmos de redes neuronales artificiales. Además se abordan las implicaciones de esta modelación, algunas aplicaciones a la economía y una revisión de los casos convencionales de predicción multinomial.

### **2.1.1. Tiempo de trabajo y producción**

En principio, los planteamientos originales que formaron la teoría marxista del valor trabajo nacen de la interpretación de un modo de producción específico e históricamente determinado. Para este caso, se toman las interesantes referencias de la más desarrollada teoría del valor, que resulta ser la planteada por Marx desde los primeros apartados

## CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES

---

de *El Capital*.

Marx plantea que el sistema de producción capitalista se caracteriza por realizar intercambio de equivalentes, donde la finalidad de cada mercancía pasa por un proceso de producción y se lleva a cabo en el intercambio. Cada producto del trabajo, cuyo fin está pensado en el intercambio, en el modo de producción capitalista, lo caracteriza como una mercancía. Marx argumenta que una mercancía realiza su valor sólo en el intercambio, así que la producción no destinada al mercado no tiene valor en el sistema de producción capitalista<sup>2</sup>.

Tomando esta perspectiva de valor, en el sistema de producción capitalista aplica la existencia de mercancías, producto del trabajo, producto de explotación. Por el contrario, dentro del sistema de producción alternativo que aquí se plantea, ciertas dificultades son encontradas al empatar esta perspectiva con algunos autores que discuten sobre la teoría del valor trabajo.

Algunas críticas sobre la especificidad histórica del capitalismo, las limitaciones de la teoría del valor y los alcances que esto podría conllevar son tratados con mayor detalle por Kliman (2011) y las notas de Read (2013). Aboradas desde muchos aspectos y ampliamente discutidas, la validez de utilizar algunas de las categorías para sentar las bases de una economía planificada están ampliamente desarrolladas en

---

<sup>2</sup> Marx menciona explícitamente esta condición para que una mercancía contenga valor; se argumenta que a diferencia del valor de uso, se reafirma el valor de una mercancía "... mientras su valor, por el contrario, sólo en el intercambio, o sea en el proceso social"(Marx, 2011 p. 102)

## 2.1. *PRODUCCIÓN EFICIENTE, TIEMPO DE TRABAJO Y REDES NEURONALES ARTIFICIALES*

---

la sección primera de esta investigación. En general, para este trabajo, se toma en cuenta que los modos de producción previos no contienen la dificultad que enmascara al capitalismo y que es el único sistema al que se le pueden aplicar plenamente las categorías marxistas del valor trabajo<sup>3</sup>. Sin embargo, algunos de los aportes de la teoría marxista del valor trabajo resultan ser extremadamente útiles para sentar las bases de un sistema de producción alternativo sin representar un conflicto teórico para los críticos de esta perspectiva, al ser aplicados en una realidad distinta y no utilizados en su versión más pura-holística de las categorías marxistas.

Categorías como trabajo, trascienden al modo de producción capitalista. Como ya ejemplificó Adam Smith (2011), el valor en el intercambio más simple y concreto entre dos primitivos cazadores se da por los tiempos de producción de cada una de sus mercancías excedentes. Marx también menciona un caso similar donde productores de chaquetas y varas de lienzo realizan intercambios y confrontan sus tiempos de trabajo (Marx, 2011 p.65-69).

En principio, al remorntarse a las explicaciones originales en Marx, se puede encontrar que el trabajo abstracto (llamado en esta investigación en una forma más específica, es decir, tiempo de trabajo) es siempre un resultado de un trabajo determinado útil y concreto.

---

<sup>3</sup>Por ejemplo, resulta incongruente asumir que en el esclavismo tradicional aplica la categoría de plusvalor o tasa de ganancia, ya que una forma socialmente determinada de producción distinta requiere categorías distintas para su análisis.

## CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES

---

*“El cuerpo de la mercancía que presta servicios de equivalente, cuenta siempre como encarnación de trabajo abstractamente humano y en todos los casos es producto de un trabajo determinado útil, concreto. Este trabajo concreto, pues, se convierte en expresión de trabajo abstractamente humano.”* (Marx 2011, p.71)

En definitiva, la relevancia del TTSN se fundamenta en la explicación de que existirá una consistencia lógica al plantear un sistema de producción distinto, tomando en cuenta sus aportaciones al analizar el capitalismo. Un ejemplo simple puede verse en la contribución de Cockshott y Zchariah (2012), en la que argumenta que si se remunerara al trabajador de forma que el tiempo de trabajo socialmente necesario para la producción de una mercancía X es igual o tendencialmente similar al trabajo producido por un trabajador F sobre la mercancía X, entonces no se hablaría de capitalismo sino de un sistema de producción distinto.

Sin embargo, hipótesis sencillas como la anterior conllevan complicaciones desde el punto de vista teórico y abstracto. Recientemente, autores diversos han tratado profundamente el tema de la determinación del tiempo de trabajo<sup>4</sup>, siendo un tópico de gran discusión, pues ya que, quienes han tratado a detalle el tema relatan discusiones. Por ejemplo, Valle (1978, 2009, 2010), Moseley(2016), Kliman (2002),

---

<sup>4</sup> Específicamente, su relación con la determinación y relación de precios en el sistema capitalista.

## *2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS*

---

Foley (1982).

## **2.2. Precios de producción en términos de valor, lógica capitalista e ineficiencias**

Desde la perspectiva del marxismo, el insumo que forma valor a toda clase de mercancía en el sistema de producción capitalista está regido por el tiempo de trabajo socialmente necesario. Si bien el concepto ampliamente estudiado, engloba una serie de detalles interesantes para el análisis y la crítica al sistema de producción capitalista; en este texto se utiliza el tiempo de trabajo socialmente necesario de una forma particular.

Las características principales del tiempo de trabajo socialmente necesario, propuestas por Marx, funcionan para repensar la forma de producción en una sociedad ajena al capitalismo. Entendido la obra de Marx, y subsecuentes, como una fortísima crítica al sistema de producción capitalista, su objetivo principal no es explicitar las formas de producción alternativas al capitalismo.

Tratar de plantear los fundamentos desde una óptica distinta a la sociedad capitalista genera sus propios retos. Las contribuciones de los participantes en el debate del cálculo económico dejan una lección fundamental: cualquier sistema de producción distinto al capitalismo

## CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES

---

debe ser más eficiente y lograr una distribución más adecuada de la riqueza social.

Para lograr este fin, es necesario no pensar eficiencia en los términos capitalistas de maximización de la ganancia, pues esta vereda de la destrucción llevaría a la reproducción del propio capitalismo. Aunque se tenga la mejor intención de lograr una redistribución del excedente hacia los trabajadores, la lógica de producción capitalista es ineficiente desde su base y por lo tanto, una sociedad que permite la distribución del excedente *“cada quien sus cualidades y cada quien sus capacidades”* debe construir una lógica de eficiencia y redistribución propia, alejada del modo de producción que domina en el sistema capitalista.

Los fundamentos básicos que rigen la producción en la sociedad capitalista están dirigidos hacia la obtención de la máxima ganancia, siendo la lógica de producción social encauzada para este fin (Shaikh, 2016). Un ejemplo simple que ilustrará esta lógica en el capitalismo muestra que el capitalista individual siempre preferirá reducir costos de producción para incrementar el margen de ganancia antes que elevar los costos de producción y reducir su ganancia, así, este capitalista preferirá comprar mercancías indiferentes a un oferente X cuyo precio sea menor al del oferente Y para obtener mejores beneficios <sup>5</sup>.

A estos costos de producción Marx los nombró precios de producción (PP) y pueden variar por tres motivos:

1. Habrá un cambio en los precios de costo cuando existan cambios

---

<sup>5</sup>(Si  $(x < y)$  comprar x; si  $(x > y)$  comprar y)

## 2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS

---

en la tasa general de ganancia, siempre que se mantenga constante el valor de las mercancías en sus términos de composición orgánica de capital (relación entre trabajo vivo y muerto)<sup>6</sup>.

2. Manteniendo constante la tasa general de ganancia mediante el cambio de condiciones técnicas y/o del valor del capital constante de una esfera en particular.
3. Mediante la acción conjunta de los modificadores 1 y 2.

Algebráicamente, Marx explica estas 3 causas con la siguiente fórmula.

$$(1)PP = PC + PC * g'$$

Donde un aumento de la tasa general de ganancia aumentará la masa de ganancia y por tanto los precios de producción. También un cambio del valor de las mercancías que conforman el precio de costo (PC) o las proporciones en que se relacionan tendrán efectos directos e indirectos como muestra la ecuación previamente descrita.

Analizado los factores que determinan los precios de producción y tras una breve esquematización de la racionalidad de la ganancia capitalista, se comienza a comprender la razón por la cual la sociedad moderna capitalista ha progresado enormemente en la aplicación desenfrenada de métodos cada vez más eficientes para la extracción de

---

<sup>6</sup>Los trabajos de CITA, explicarán de manera clara las características particulares e implicaciones de la composición orgánica del capital.

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES*

---

| Método de producción | Número de trabajadores | Trabajo Vivo (horas) | Trabajo Muerto (horas) | Total de horas trabajadas (horas) | Costo de producción (\$) | Horas/hombre trabajadas |
|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| A                    | 2                      | 250                  | 250                    | 500                               | 6062.50                  | 125                     |
| B                    | 1                      | 125                  | 315                    | 440                               | 6261.25                  | 125                     |

Figura 2.1: *Costo de producción: Trabajo intensivo en capital y trabajo intensivo en fuerza de trabajo. Elaboración propia con base en Cockshott (2009).*

ganancia. Por un lado la obtención de plusvalía absoluta (reducción de costos por extensión de la jornada laborar o del salario) y por el otro, la de plusvalía relativa<sup>7</sup> (incremento de la productividad del trabajo por medio de la aplicación de técnicas distintas o aumento del capital constante sobre el variable).

Un ejemplo claro se puede representar utilizando dos métodos de producción distintos. Tenemos el caso de un capitalista que emplea medios de producción y trabajo de una forma primitiva contra un trabajador que utiliza un método de producción más avanzado. En el caso del primer capitalista, fabrica bloques de hierro y para esto utiliza martillos y obreros en cierta proporción. En cambio, el capitalista con técnicas más avanzadas utiliza trabajadores y una máquina moldeadora de hierro para hacer los bloques.

Suponiendo que el trabajo de un obrero convencional produce un

---

<sup>7</sup>Ver los trabajos de Valle Baeza (1978) sobre la productividad del trabajo y desarrollo capitalista.

## *2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS*

---

valor equivalente a \$17 dólares por hora y se le remunera, según el salario federal de los EE.UU. 7.25 por hora, el costo de la técnica A (técnica retrasada) es más barata para este caso en particular.

Si se fijan la cantidad de horas por trabajador, son exactamente las mismas para ambas técnicas. Sin embargo ante la implementación de distintas cantidades de trabajo en forma de capital o trabajo muerto, este trabajador puede ser más o menos costoso para el capitalista a pesar de trabajar la misma cantidad e horas en cualquier periodo de tiempo.

Si bien, el ejemplo planteado no escapa la esfera teórica en la que se desarrolla este planteamiento, un ejemplo claro de este fenómeno se encuentra en Cockshott y Cotrell (1993). Los autores mencionan que en la naciente industria de la computación en la década de 1950, la IBM creó una forma automatizada de cablear los núcleos de los procesadores. Sin embargo, para esta época la fabricación de los componentes de forma manual (intensiva en fuerza de trabajo) resultó mucho más barata que cualquier proceso automatizado, el precio de la mano de obra en países asiáticos como Japón permitió observar este fenómeno ilustrado en la Figura 2.1.

Al observar detalladamente estas elecciones de técnica de producción en el capitalismo salta a la vista en notar que las elecciones de la lógica capitalista no son óptimas iterativamente. Como el ejemplo pasado muestra, el sistema de producción capitalista será ineficiente en tanto siga sus propias reglas de maximización. Si se analiza con

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA  
COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES  
NEURONALES*

---

cuidado el ejemplo teórico pasado podremos observar que la técnica A (más barata en términos de costos) resulta una forma de producción menos eficiente en horas de trabajo que la técnica B (más cara en términos de costos). La sociedad capitalista bajo la lógica de obtención de ganancias siempre preferirá la técnica A al ser más barata en términos monetarios sin tomar en cuenta la relevancia del tiempo de trabajo.

El motivo principal para la determinación de estas técnicas, subyace en la lógica de producción capitalista. La reducción de los costos de producción permite un aumento del margen de beneficio si suponemos los precios constantes, ergo una obtención de mayor ganancia. Con álgebra simple se despeja de la fórmula original la ganancia en términos de Marx y observamos que esta afirmación es correcta:

$$(1)PP = PC + PC * g'$$

$$(1,1)PC * g' = G$$

Sustituyendo 1.1 en 1:

$$(1,2)PP = PC + G$$

Se obtiene G:

$$(2)G = PP - PC$$

## *2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS*

---

Caracterizando la toma de decisiones del capitalista, toda reducción de costos permitirá una extracción mayor de ganancia. Sin embargo, las consecuencias de la elección de una técnica más intensiva en horas de trabajo es absurda bajo la lógica de la planificación económica que esta investigación propone y se plantea la siguiente cuestión ¿porqué utilizar más tiempo si es posible gastar menos tiempo y obtener el mismo resultado?.

El sistema de producción capitalista ha demostrado forjar distintas decisiones de producción intensivas en horas de trabajo u producen desperdicio de trabajo social. Es decir, se fomenta el uso de trabajo social de forma que no se ocupe de manera suficientemente útil para la sociedad y simplemente se desperdicie. Un ejemplo claro se observa cotidianamente al utilizar productos cuyo valor de uso es el desecho, y resultan un desperdicio de trabajo, envases varios se ocupan día a día cuya funcionalidad es prácticamente convertirse en desecho. Toda mercancía, incluida los envases-desecho tienen un costo de tiempo de trabajo social cuyo valor de uso es en su mayoría no reutilizada; trabajo socialmente desperdiciado.

Bajo un esquema de producción distinto, las funciones de trabajo social podrían mostrar una eficiencia más clara en la producción planificada. Comprender que la producción capitalista carece de esta capacidad de reconocer que la eficiencia no sólo está en función de los precios, atenúa su validez como un sistema de producción que brinda eficiencia si lo analizamos desde el punto de vista de producción y

tiempo de trabajo social. Desde el otro punto de vista, una planificación ajena al sistema de precios capitalista, permitirá una organización mucho más eficiente en términos de trabajo.

### **2.2.1. Implicaciones de elegir de técnicas menos eficientes**

Por otro lado, si el capitalismo forma una interesante, compleja estructura de precios y las elecciones de los productores se basan en obtener este máximo beneficio, en función a estos precios determinan las cantidades y formas de producción deseadas, pero ¿Es que un sistema de esta clase no es “eficiente” a su modo?. Diversos puntos de vista demuestran que estas ineficiencias tienen consecuencias prácticas que obligan a comprender que existen alternativas de producción.

La consecuencia directa de la elección de técnicas ineficientes es la reducción de la productividad potencial del trabajo y por lo tanto un gasto mayor del tiempo social para la producción del mismo bien. Dentro de la lógica de producción capitalista se obtiene una eficiencia de ganancia el reducir costos (Como especifica la ecuación 2), pero se escapa al ojo capitalista que se está gastando trabajo social para la producción de un bien con cualidades idénticas al elegir una técnica con mayor total de horas trabajadas. En el ejemplo previo en la figura 2.1 queda explícitamente demostrado se tiene un costo mayor de 60 horas trabajadas al elegir la técnica más barata en términos monetarios.

Una vez comprendido que el sistema de producción capitalista tiene

## 2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS

---

elecciones no eficientes bajo su propia lógica, plantea las siguientes cuestiones ¿Es en realidad el sistema de producción capitalista el mejor de métodos de producción en cuanto eficiencia social?, ¿Habrá algún método para determinar que se está tomando una medida eficiente o no eficiente de producción?, ¿cómo será la planificación económica en un sistema de producción alternativo al capitalismo?.

### 2.2.2. Producción Eficiente

Conociendo las diferencias de determinación de precios y las reglas que se siguen para la obtención de beneficio en el sistema capitalista, se observa que está determinado en gran medida por los costos de producción de las mercancías específicas. Como se especificó anteriormente, los costos a nivel individual de cada mercancía determinan (en función del beneficio) una relación inversa con el *spread* de beneficio de dicho bien.

En el capitalismo, la determinación de estos costos se utilizan a través del mercado de precios. Como se demuestra previamente, en un sistema de precios como el que existe actualmente, se fomenta la pérdida de riqueza perpetuamente.<sup>8</sup>

En una economía socialista, cálculos objetivos del costo de las mer-

---

<sup>8</sup> Un ejemplo evidente se muestra en el desperdicio de productos y alimentos, basura generada por mercancías con una vida efímera y la más relevante para la sociedad capitalista, la falta de oportunidades adecuadas de empleo que desperdicia fuerza de trabajo.

## *CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES*

---

cancias que componen la producción pueden llevarse a cabo. La medición de este costo puede lograrse por múltiples métodos. Autores de diversas corrientes económicas han avanzado en desarrollar los métodos en distintas ramas.<sup>9</sup> Siendo uno de los tópicos más discutidos de la ciencia económica, esta investigación no pretende desarrollar alternativas a las causas que forman el costo de un bien, sino ofrecer algunas soluciones al paradigma que ofrece la mejor opción para realizar la planificación económica; que es la teoría del valor trabajo. Partiendo de que los planteamientos de Marx fundamentan la medición en algo concreto, objetivo y medible como el trabajo, resulta totalmente lógico y práctico aplicar algunos de los conceptos que se utilizan dentro de sus teorías. Principalmente, se utiliza el tiempo de trabajo como la unidad de medida en para una economía planificada.

Previamente, se han propuesto una cantidad significativa de trabajos que argumentan en favor de la planificación económica que toma como unidad de medida el tiempo de trabajo. Dificultades han surgido de estas propuestas, autores que critican la postura han llegado a formar sistemas de contabilidad social que toman cualquier otra mercancía distinta al trabajo que sirva como medida de valor.

Debido a que la amplitud de la discusión previa y que el desarrollo de esta vertiente escapa a los objetivos de esta investigación, se toma el trabajo como unidad de medida ya que una sociedad que tome

---

<sup>9</sup> Ver la discusión de la segunda sección del debate en el primer apartado de este trabajo.

## 2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS

---

en cuenta al trabajador le resultará de lo más relevante discernir la importancia el tiempo del ser humano sobre cualquier otro bien.<sup>10</sup>

En lo que respecta a la definición del contenido de trabajo de cualquier bien plantea un problema evidente. Se identifica este problema en el momento en que para medir el contenido del trabajo de una mercancía cualquiera, resulta necesario conocer el contenido de trabajo de los bienes que componen a este bien y a su vez los que compusieron a los bienes previos. En efecto, funciona este hilo lógico hasta el principio de producción misma del “bien originario” que desencadenó la producción de otros bienes.

No obstante, la producción puede delimitarse al nivel de especificidad que se desee. Como buenos observadores, se puede simplificar un sistema dónde se ocupe para la producción de vidrio a los insumo más directos especificados por industrias.<sup>11</sup>

Por ejemplo, para la producción de 100 toneladas de vidrio en una unidad de tiempo determinada, se requieren insumos de la industria

---

<sup>10</sup>Cockshott y Cotrell (1993) argumentan que “*We advocate using labour time as the basic unit of account because we think that society is about people, and for the moment at least, how people spend their lives remains more important than any one natural resource.*”

<sup>11</sup>Bien podríamos llegar a la especificidad más granular disponible y pensar la transferencia de bienes en su forma más particular, por ejemplo, transferencias de granos de café en tazas de café a la industria de tornillos en unidades de tornillos, a su vez intercambios con la industria de cereales en kg de cereal. Esto sólo representaría un nivel más desagregado de análisis y sin duda un mayor tiempo de procesamiento, sin embargo no rompería con el principio fundamental que resuelve los precios del intercambio de bienes como se muestra más adelante.

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES*

---

| Insumo    |               |                  | Producto                |
|-----------|---------------|------------------|-------------------------|
| Industria | Hierro        | Trabajo          |                         |
| 1         | 200 toneladas | 50 trabajadores  | 100 unidades de vidrio  |
| 2         | 50 toneladas  | 100 trabajadores | 450 toneladas de hierro |

Figura 2.2: *Simplificación de matriz de Insumo producto para dos industrias.*

del acero por 200 toneladas de hierro y digamos 50 trabajadores. Suponiendo que nuestra unidad de tiempo de producción la fijamos a un año, se requerirán 50 trabajadores que operen 200 unidades de hierro para la producción de 100 unidades de vidrio. Representado de manera matemática tenemos una relación entre las industrias de vidrio, hierro y la oferta de trabajo que tiene una función de producción que ofrece 100 toneladas de vidrio para la industria 1. Este planteamiento se puede observar en la figura 2.2 a continuación.

Sin embargo, la industria del hierro también requerirá productos para la elaboración de esas 200 toneladas que los productores de vidrio necesitan. Por seleccionar una cantidad determinada cualquiera, la industria del hierro utilizará 50 toneladas de hierro y 100 trabajadores para producir 450 toneladas de hierro.

Conociendo las relaciones existentes entre las industrias, sin importar su complejidad, se puede conocer el tiempo de trabajo que equivale cada una de las producciones. En el ejemplo anterior se tomen los 50 trabajadores de la industria del vidrio (1) y que al ejercer trabajo en

## 2.2. PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS

---

200 toneladas de hierro vemos que equivalen a 100 unidades de vidrio, matemáticamente se puede abstraer esta relación de la siguiente forma:

$$100V \leftarrow 200H \text{ y } 50T(3)$$

Dónde H corresponde a toneladas de hierro, T a número de trabajadores empleados y V el producto de la combinación de ambos factores; toneladas de vidrio. Abstrayendo esta función de producción en una forma matemática obtenemos:

$$100V = 200H + 50T(3,1)$$

Dónde V son toneladas de vidrio, H toneladas de hierro y T unidades de tiempo; supongamos un año. Así se obtiene que 50 trabajadores laboran por un año completo sobre el hierro y obtenemos vidrio en cierta proporción. Consecuentemente para conocer el valor que se tiene en vidrio en tiempo de trabajo se debe conocer el tiempo de trabajo contenido por unidad de hierro, en este caso, por tonelada de hierro. Bajo la simplificación de la tabla anterior se puede suponer lo siguiente.

$$450H \leftarrow 50H \text{ y } 100T(4)$$

Convirtiendo la relación 4 en una ecuación convencional obtenemos.

$$450H = 50H + 100T(4,1)$$

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA  
COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES  
NEURONALES*

---

$$400H = 100T(4,2)$$

Viendo la ecuación 4.2 observamos que 300 toneladas de hierro equivalen a 50 años de trabajo, siendo que 1 año de trabajo equivale a 4 toneladas de hierro. Obteniendo esta simplificación, se puede sustituir este resultado en la ecuación 3.1 y obtenemos 3.2.

$$100V = 50T + 50T(3,2)$$

$$100V = 100T(3,4)$$

Consecuentemente, la ecuación 3.4 explica que una tonelada de vidrio equivale a un año de trabajo por trabajador, es decir, el valor obtenido de una tonelada de vidrio es un año de trabajo y el valor de una tonelada de hierro es 0.25 años de trabajo.

En definitiva, el sistema de ecuaciones previamente mencionado tiene solución para la cantidad de bienes que sea deseado. La solución siempre se encontrará determinada en tanto se tome la mercancía trabajo y se encuentre en todo proceso de producción. Hasta el día de hoy, no existe proceso de producción que se desarrolle ajeno a la acción del hombre, siendo el tiempo de trabajo, el producto válido y más adecuado como base de estimación de la producción.

No obstante el sistema se puede resolver para N productos. Autores han identificado y criticado un problema fundamental en este planteamiento. Como se especifica en el primer capítulo, la discusión

## 2.2. *PRECIOS DE PRODUCCIÓN EN TÉRMINOS DE VALOR, LÓGICA CAPITALISTA E INEFICIENCIAS*

---

sobre la posibilidad de resolver este cálculo para una economía real plantea un problema de escalamiento de procesamiento. Puesto que la dificultad se encuentra en la capacidad de procesar información, previo a la ayuda computacional, resultaba humanamente improbable procesar este cálculo para miles o millones de mercancías<sup>12</sup>.

Las críticas de Hayek (1945) profundizan en esto, el argumento se centra en que un ente único nunca podrá desarrollar la complejidad y poder de toma de decisiones-procesamiento de individuos. Sin embargo, los avances tecnológicos han demostrado la posibilidad de desarrollar cada día más una planificación económica a escala de  $N$  mercancías, que bien, podrían ser millones, sin representar un problema alguno de capacidad de elección. Los austriacos críticos de la planificación, inclusive desde hace un siglo aseveran que el problema se resuelve matemáticamente y que es sólo una cuestión de toma de decisiones u capacidad de procesamiento, especificado en los trabajos de Lange (1936).

---

<sup>12</sup> Ver la sección solución de procesamiento para el cálculo de logaritmos de Prony (1892), la crítica austriaca en la sección 1.3 y la sección 2.4 de redes neuronales de este trabajo.

## **2.3. Implicaciones de técnicas menos eficientes**

Por otro lado, si el capitalismo forma una interesante, compleja estructura de precios y las elecciones de los productores se basan en obtener este máximo beneficio, en base a estos precios determinan las cantidades y formas de producción deseadas, pero ¿Es que un sistema de esta clase no es “eficiente” a su modo?. Diversos puntos de vista demuestran que estas ineficiencias tienen consecuencias prácticas que obligan a comprender que existen alternativas de producción.

La consecuencia directa de la elección de técnicas ineficientes es la reducción de la productividad potencial del trabajo y por lo tanto un gasto mayor del tiempo social para la producción del mismo bien. Dentro de la lógica de producción capitalista se obtiene una eficiencia de ganancia al reducir costos (Como especifica la ecuación 2), pero se escapa al ojo capitalista que se está gastando trabajo social para la producción de un bien con cualidades idénticas al elegir una técnica con mayor total de horas trabajadas. En el ejemplo previo en la tabla NA12 queda explícitamente demostrado se tiene un costo mayor de 60 horas trabajadas al elegir la técnica más barata en términos monetarios.

Una vez comprendido que el sistema de producción capitalista tiene elecciones no eficientes bajo su propia lógica, plantea las siguientes cuestiones ¿Es en realidad el sistema de producción capitalista el mejor de métodos de producción en cuanto eficiencia social?, ¿Habría algún

## *2.3. IMPLICACIONES DE TÉCNICAS MENOS EFICIENTES*

---

método para determinar que se está tomando una medida eficiente o no eficiente de producción?, ¿cómo será la planificación económica en un sistema de producción alternativo al capitalismo?.

### **2.3.1. Producción Eficiente**

Conociendo las diferencias de determinación de precios y las reglas que esta sigue para la obtención de beneficios que rigen en el sistema capitalista está determinado en gran medida por los costos de producción de las mercancías específicas. Como se especificó anteriormente, los costos a nivel individual de cada mercancía determinan (en función del beneficio) una relación inversa con el spread de beneficio de dicho bien.

En el capitalismo, la determinación de estos costos se utilizan a través del mercado de precios. En un sistema de precios como el que existe actualmente, se fomenta la pérdida de riqueza perpetuamente.

En una economía socialista, cálculos objetivos del costo de las mercancías que componen la producción podrían llevarse a cabo. La medición de este costo puede llevarse a cabo por múltiples métodos. Autores de diversas corrientes económicas han avanzado en desarrollar los métodos en múltiples ramas<sup>4</sup>. Siendo uno de los tópicos más discutidos de la ciencia económica, esta investigación no pretende desarrollar alternativas a las causas que forman el costo de un bien, sino ofrecer algunas soluciones al paradigma que ofrece la mejor opción para realizar la planificación económica; que es la teoría del valor trabajo.

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA  
COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES  
NEURONALES*

---

Previamente, se han propuesto una cantidad significativa de trabajos que argumentan en favor de la planificación económica que toma como unidad de medida el tiempo de trabajo. Dificultades han surgido de estas propuestas, autores que critican la postura han llegado a formar sistemas de contabilidad social que toman cualquier otra mercancía distinta al trabajo<sup>5</sup> que sirva como medida de valor.

Debido a que la amplitud de la discusión previa y que el desarrollo de esta vertiente escapa a los objetivos de esta investigación, se toma el trabajo como unidad de medida ya que una sociedad que tome en cuenta al trabajador le resultará de lo más relevante discernir la importancia el tiempo del ser humano sobre cualquier otro bien.<sup>6</sup>

En lo que respecta a la definición del contenido de trabajo de cualquier bien plantea un problema evidente. Se identifica este problema en el momento en que para medir el contenido del trabajo de una mercancía cualquiera, resulta necesario conocer el contenido de trabajo de los bienes que componen a este bien y a su vez los que compusieron a los bienes previos. En efecto, funciona este hilo lógico hasta el principio de producción misma del “bien originario” que desencadenó la producción de otros bienes.

No obstante, la producción puede delimitarse al nivel de especificidad que se desee. Por ejemplo, se puede simplificar un sistema dónde se ocupe para la producción de vidrio a los insumo más directos especificados como industrias. Por ejemplo, para la producción de 100 toneladas de vidrio en una unidad de tiempo determinada, se requie-

### 2.3. IMPLICACIONES DE TÉCNICAS MENOS EFICIENTES

ren insumos de la industria del acero por 200 toneladas de hierro y digamos 50 trabajadores. Suponiendo que nuestra unidad de tiempo de producción la fijamos a un año, se requerirán 50 trabajadores que operen 200 unidades de hierro para la producción de 100 unidades de vidrio. Representado de manera matemática tenemos una relación entre las industrias de vidrio, hierro y la oferta de trabajo que tiene una función de producción que ofrece 100 toneladas de vidrio para la industria 1 (ver tabla AX2).

Sin embargo, la industria del hierro también requerirá productos para la elaboración de esas 200 toneladas que los productores de vidrio necesitan. Por ejemplo, la industria del hierro utilizará 50 toneladas de hierro y 100 trabajadores para producir 450 toneladas de hierro.

Tabla AX2. Matriz de Insumo producto para dos industrias

Insumo Producto Industria Hierro Trabajo

1 200 toneladas 50 trabajadores 100 unidades de vidrio 2 50 toneladas 100 trabajadores 450 toneladas de hierro

Conociendo las relaciones existentes entre las industrias, sin importar su complejidad, podremos conocer el tiempo de trabajo que equivale cada una de las producciones. En el ejemplo anterior se tomen los 50 trabajadores de la industria del vidrio (1) y que al ejercer trabajo en 200 toneladas de hierro vemos que equivalen a 100 unidades de vidrio, matemáticamente se puede abstraer esta relación de la siguiente forma.

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA  
COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES  
NEURONALES*

---

$$100V < -200H \text{ y } 50T(3)$$

Abstrayendo esta función de producción en una forma matemática.

$$100V = 200H + 50T(3,1)$$

Dónde V son toneladas de vidrio, H toneladas de hierro y T unidades de tiempo; supongamos un año. Así tenemos que 50 trabajadores laboran por un año completo sobre el hierro y obtenemos vidrio en cierta proporción. Consecuentemente para conocer el valor que se tiene en vidrio en tiempo de trabajo se debe conocer el tiempo de trabajo contenido por unidad de hierro, en este caso, por tonelada de hierro. Bajo la simplificación de la tabla anterior se puede suponer lo siguiente.

$$450H < -50H \text{ y } 100T(4)$$

Convirtiendo la relación 4 en una ecuación convencional obtenemos.

$$450H = 50H + 100T(4,1)$$

$$400H = 100T(4,2)$$

Viendo la ecuación 4.2 observamos que 300 toneladas de hierro equivalen a 50 años de trabajo, siendo que 1 año de trabajo equivale a 4

### *2.3. IMPLICACIONES DE TÉCNICAS MENOS EFICIENTES*

---

toneladas de hierro. Obteniendo esta simplificación, se puede sustituir este resultado en la ecuación 3.1 y obtenemos 3.2.

$$100V = 50T + 50T(3,2)$$

$$100V = 100T(3,4)$$

Consecuentemente, la ecuación 3.4 explica que una tonelada de vidrio equivale a un año de trabajo por trabajador, es decir, el valor obtenido de una tonelada de vidrio es un año de trabajo y el valor de una tonelada de hierro es 0.25 años de trabajo.

En definitiva, el sistema de ecuaciones previamente mencionado tiene solución para la cantidad de bienes que sea deseado. La solución siempre se encontrará determinada en tanto se utilice la mercancía trabajo y se encuentre en todo proceso de producción. Hasta el día de hoy, no existe proceso de producción que se desarrolle ajeno a la acción del hombre, siendo el tiempo de trabajo, el producto válido y más adecuado como base de estimación de la producción.

No obstante el sistema se puede resolver para N productos. Autores han identificado y criticado un problema fundamental en este planteamiento. Como se especifica en el primer capítulo, la discusión sobre la posibilidad de resolver este cálculo para una economía real plantea un problema de escalamiento de procesamiento. Puesto que la dificultad se encuentra en la capacidad de procesar información, previo a la ayuda computacional, resultaba humanamente improbable

procesar este cálculo para miles o millones de mercancías.

Las críticas de Hayek (1945) profundizan en esto, el argumento se centra en que un ente único nunca podrá desarrollar la complejidad y poder de toma de decisiones-procesamiento de individuos. Sin embargo, los avances tecnológicos han demostrado la posibilidad de desarrollar cada día más una planificación económica a escala de  $N$  mercancías. Que bien, podrían ser millones, sin representar un problema alguno de capacidad de elección como se plantea en la sección 3 de este trabajo. Los austriacos mismos, aseveran que el problema se resuelve matemáticamente y que es sólo una cuestión de toma de decisiones u capacidad de procesamiento, esto desde hace casi un siglo en los trabajos de Lange (1936).

## **2.4. Inteligencia artificial en redes neuronales**

Una vez conocido que el objetivo de la producción eficiente es la reducción de trabajo para cada uno de los productos que se realiza en la economía planteada, se puede comenzar profundizar en las factibilidades técnicas de su aplicación.

En este apartado se enfoca en la técnica más concreta que se utiliza para calcular los parámetros que logran el objetivo de optimización de trabajo utilizado en una economía planificada. Adelante, se mostrarán las técnicas en su generalidad y podrán consultarse más a detalle

## *2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN REDES NEURONALES*

---

los fundamentos matemáticos de estas técnicas en los mencionados estudios de Hastie (2009) y en Hagan (1996) por ejemplo. Para conocer aplicaciones tradicionales (predictivas) de las redes neuronales en economía, se pueden ver las investigaciones de Morel (2012) sobre predicción de crisis financieras en el caso de México o para estimaciones de crecimiento del PIB en García (2009).

### **2.4.1. Redes Neuronales Artificiales**

Las redes neuronales artificiales, nacen de la abstracciones que se tienen sobre las neuronas en sistemas biológicos dada la funcionalidad de aprendizaje (Bogacz et al, 2016). Aplicaciones diversas de esta técnica de modelación se encuentran por ejemplo, en sistemas financieros, automatización de procesos, detección de anomalías en seguridad de sistemas y automóviles con capacidad de conducción autónoma (Dasgupta et al, 2011; Shen et al, 2008; Textor, 2012 ). La capacidad principal de esta técnica reside en efectuar relaciones complejas lineales y no lineales, bajo la estimación de parámetros de aprendizaje (Hastie, 2009).

Biológicamente, una neurona contiene dendritas, soma, sinápsis y axon. La forma en que interactúan estos componentes es a través de las dendritas que transfieren información al núcleo y a su vez al axon. El núcleo procesa la información y transfiere la información procesada a la prolongación del soma neuronal, Axon (Paniagua et al, 2002). De esta forma, la información transcurre y la terminal del Axon intercambia

*CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES*

---

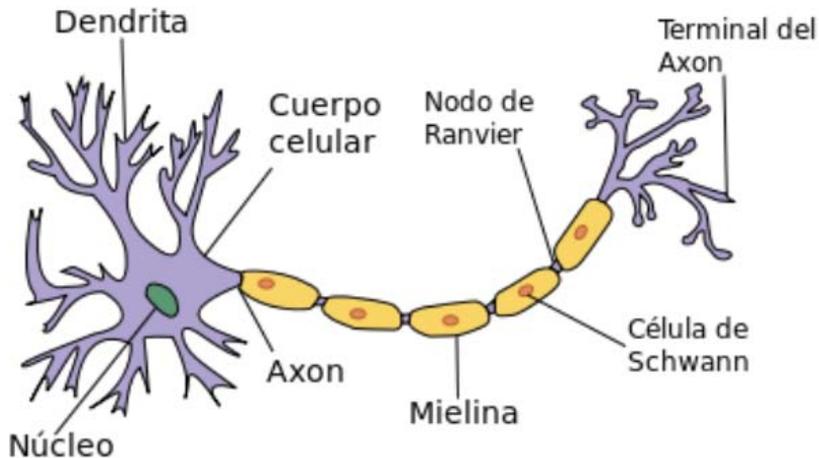


Figura 2.3: *Neurona Biológica.*

la información con dendritas de otras neuronas que poseen el mismo funcionamiento.

Una red neuronal artificial es un conjunto de diversas neuronas que siguen este mismo principio biológico. En un modelo de redes neuronales se estipulan diferentes capas donde se “transmite” la información. En la figura siguiente, se muestra un esquema de red neuronal artificial.

Se especifican los conjuntos o capas de entrada de información como  $Y_K$ . Las capas ocultas de proceso como  $Z_M$  y las capas de salida como  $X_p$ . El objetivo primordial de una red neuronal es aprender de los valores iniciales  $Y_K$ , y así estimar modelos lineales y no lineales.

Los algoritmos y modelos de redes neuronales tienen una diversidad de variantes. Siendo desarrollados por los últimos años, los modelos se

## 2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN REDES NEURONALES

---

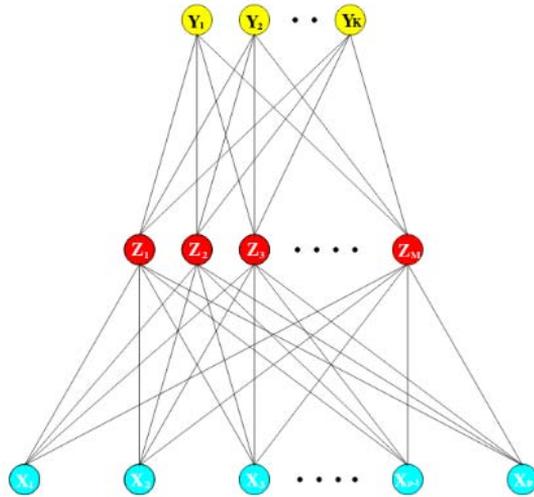


Figura 2.4: *Estructura convencional de una Neurona Artificial. Fuente Hastie(2009)*

pueden clasificar en híbridos, supervisados, no supervisados y reforzados (Ibarra, 2015). Dentro de las principales ventajas de un algoritmo de redes neuronales destacan la capacidad de entender el comportamiento al ser altamente flexibles al cambio dada la estructura de capas que se explicará más adelante.<sup>13</sup>

Especificar todos las clases de algoritmos disponibles reduciría la especificidad del análisis económico que se ejecuta esta investigación. Siendo desarrollados ampliamente en la literatura computacional, se pueden consultar la mayoría de ellos en los trabajos de Hastie (2009) sobre aprendizaje automatizado y modelación computacional.

### **2.4.2. Redes neuronales no supervisadas y supervisadas**

Para este trabajo, se utilizará la variante de algoritmo supervisado dada la naturaleza de la información que se especificará a continuación. La diferencia fundamental de un algoritmo supervisados es la dificultad de ejecutar algunas de las tareas para métodos predictivos. Un algoritmo no supervisado tiene como característica principal aprender

---

<sup>13</sup>Críticas a este método de modelación computacional son resumidas en el trabajo de Kuri-Morales (2013). En general el autor plantea esta metodología en su variante de MLP está cargado de parámetros arbitrarios. Las implicaciones de esta crítica muestran que los métodos de redes neuronales están sujetos a determinaciones no auto-configurables por el aprendizaje, siendo resultados determinísticos en algunos casos en lugar de sustentos meramente estadísticos, reduciendo la credibilidad del modelo.

## 2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN REDES NEURONALES

---

en el camino, mientras que un algoritmo supervisado puede diferenciar o clasificar desde el inicio la información que se le ofrece.

Un ejemplo claro de estas diferencias se da en el caso de intentar clasificar textos. Ampliamente usados estos métodos en la vida cotidiana bajo el nombre de minería de textos o text mining se pueden hacer clasificaciones de correo basura e identificar eficientemente con base al contenido del mensaje si es un correo no deseado.<sup>14</sup>

Para clasificar el correo basura, en varios casos se utilizan redes neuronales, dónde por medio de inteligencia artificial un sistema aprende a detectar si un correo es spam. El método convencional supervisado consiste en especificar al programa (simil de un tutor) que ciertos correos son basura y ciertos correos no lo son, esto, antes de correr el aprendizaje. Al final el programa aprende los patrones que comprenden a correos verídicos y aquellos que no son deseados, permitiendo hacer clasificaciones<sup>15</sup>

Otro ejemplo de clasificación o algoritmo supervisado es el que se muestra en la Figura MM14, dónde se le ofrece al programa un diccionario de spam explicándole a la red neuronal que documentos (correos) que contengan palabras de este diccionario tienen cierta probabilidad de pertenecer al grupo spam.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup>Ver Olguin (2016) se menciona más a fondo de la minería de textos relacionada a redes neuronales y un caso de aplicación de la clasificación de minería de textos no supervisada.

<sup>15</sup>Alwidian, Bani-Salameh y Alsaity (2015) realizan esta tarea por medio de agrupaciones supervisadas de tipo clúster.

<sup>16</sup>En términos matemáticos, se puede referenciar este sentido de pertenencia

CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA  
COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES  
NEURONALES

---

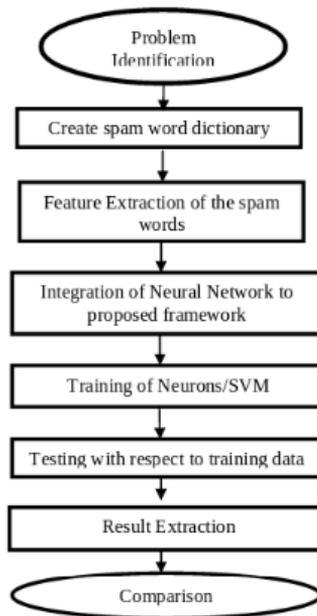


Figura 2.5: *Pseudo algoritmo de clasificación de correo basura por métodos de redes neuronales de Sharma y Kaur (2016). Se explica el proceso de algoritmo supervisado.*

## 2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN REDES NEURONALES

---

Otro ejemplo en el que se aplican redes neuronales artificiales es en la clasificación de texto escrito a mano. Ampliamente utilizado este método para la reducción de tiempo de captura de documentos, evita emplear personas para la captura manual. A continuación, en la figura 2.6 se muestra un ejemplo de los archivos que funcionan como input (YK en la figura 2.4).

La dificultad que se enfrenta un programa al intentar entender cómo funciona la escritura humana se debe a la variación de la escritura de persona a persona. Como se observa en la figura 2.6, no es tan sencillo diferenciar ciertos números que resultan confusos y de un patrón no tan sencillo (por ejemplo, las diferencias entre 4 y 9 e inclusive 5 y 2) para un clasificador humano.

Una vez ejecutado el programa de aprendizaje de redes neuronales, el programa arrojó una precisión de clasificación de 97.52% y permite ver los resultados del aprendizaje. En la figura 2.7 se observa un ejemplo de clasificación que se realiza en este estudio. Del lado izquierdo se observa el número escrito a mano y del lado derecho la interfáz que arroja el resultado correcto identificado como *Neural Network prediction*.

---

de manera abstracta en su forma más sencilla con la probabilidad condicional Bayesiana.  $P(A|B) = P(A \cap B)/P(B)$  Se entiende que se busca la probabilidad de que el correo sea spam (A) dado que contiene alguna o algunas palabras del diccionario de palabras *spam* (B).

CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA  
COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES  
NEURONALES

---

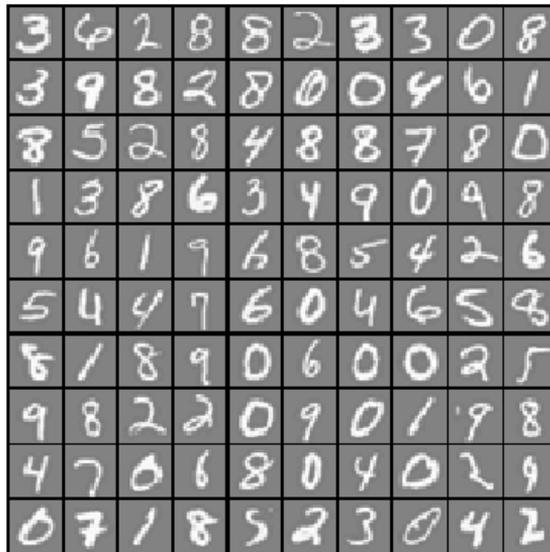


Figura 2.6: *Ejemplo de números escritos a mano para ser clasificados mediante una red neuronal. Fuente: Elaboración propia con base a Ng (2012).*

## 2.4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN REDES NEURONALES

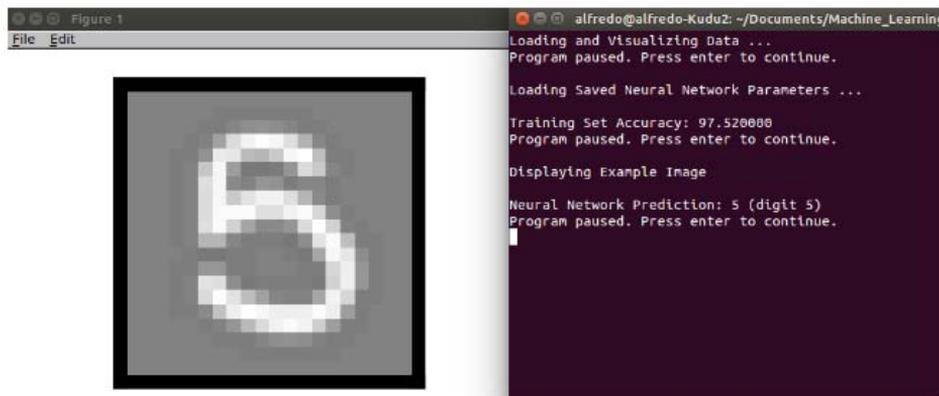


Figura 2.7: Resultados de una la clasificación de texto por redes neuronales . Fuente: Elaboración propia con base a los datos de Ng (2012)

### Algoritmo de back-propagation para redes neuronales

La formalización estadística que explica la red neuronal en este caso se desarrolla en Hastie (2009). En esta investigación utiliza una variación la predicción de los errores que es utilizada de forma matricial con un factor de regularización y predicción logarítmica<sup>17</sup> de los errores como se especifica en la ecuación 4.

$$J(\Theta) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^K [-y_k^{(i)} \log((h_{\theta}(x^{(i)})))_k - (1 - y_k^{(i)} \log(1 - h_{\theta}))_k)]$$

<sup>17</sup>El desarrollo completo de la forma de reducir los errores de los estimadores como se especifica en la ecuación 4.0 y 5.0 se puede consultar los trabajos de Ng (2012).

$$+ \frac{\lambda}{2m} \left[ \sum_{j=1}^{25} \sum_{k=1}^{400} (\theta_{j,k}^{(g)})^2 + \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{25} (\theta_{j,k}^{(g)})^2 \right] \quad (5,0)$$

Donde  $\theta$  son los errores del modelo,  $m$  es el factor de ajuste de la función regularizada,  $k$  las posibles variables de output o etiquetas,  $h_{\theta}(x_k^{(i)})$  corresponde a los valores de output o estimadores de última capa del  $k$ -ésimo valor de output. El vector  $y$  muestra las posibles etiquetas observadas.

Insertado en un sistema iterativo, la función de reducción de errores se especifica de la siguiente forma.

$$\frac{\delta}{\delta \theta_{ij}^{(l)}} J(\theta) = D_{ij}^l = \frac{1}{m} \Delta_{ij}^{(l)} + \frac{\lambda}{m} \Delta_{ij}^{(l)} \quad \text{para todo } j \geq 1$$

La ecuación 4.0 y 5.0 se obtienen de una forma transformada de la estimaciones de errores cuadráticos lineal tradicional vectorizado  $h_{\theta} = \theta^T x = \theta_0 + \theta_1 x_1$  que puede encontrarse en cualquier modelo econométrico convencional.

## 2.5. Discusión

Las implicaciones de ambos casos de redes neuronales que se desarrollan en este trabajo resultan de suma importancia para este estudio. La técnica que se emplea para aprendizaje automatizado permite comprender patrones desde diferentes perspectivas. El tener un sistema con capacidad de clasificar y entender cómo funciona cierto fenómeno

ofrece un sin fin de aplicaciones para la construcción de un sistema de producción alternativo.

Lamentablemente, como se revisó en la primera sección de este trabajo, no hay un desarrollo amplio de estas técnicas enfocadas en sentar bases de alternativas de producción al sistema capitalista desde una perspectiva de redes neuronales artificiales. Los casos de aplicaciones a economía que se muestran en la primera parte de esta sección son enfocados en la predicción y no en la transformación del sistema de producción mismo.

Por otro lado, una explicación podría darse entendiendo que el amplio grupo de los economistas del debate del cálculo económico se concentraron en discutir en términos abstractos-matemáticos y su practicidad fue poco abordada. Dado que en concenso el debate del cálculo económico fue ganado por los marxistas, probablemente tampoco se continuó un desarrollo ulterior a la concepción abstracta aplicando la modelación a niveles concretos con técnicas computacionales como el uso de redes neuronales artificiales o algún otro tipo de técnica semejante.<sup>18</sup>

Al día de hoy se tiene la posibilidad de apicar técnicas previamente exclusivas a las ciencias computacionales de inteligencia artificial, generalmente se debe al reciente acceso a procesamiento más velóz, barato y los avances en la actual interdisciplinariedad. Por ejemplo,

---

<sup>18</sup>Para el caso de los autores que continuaron el debate del cálculo económico en la vertiente computacional, recordar que son excepciones específicas que se abordan en el capítulo 1 sección tercera *Vigencia e importancia del cálculo económico*.

## *CAPÍTULO 2. PRODUCCIÓN EFICIENTE, ECONOMÍA COMPUTACIONAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE REDES NEURONALES*

---

la cantidad de trabajos publicados que realizan estimaciones con redes neuronales artificiales es relativamente limitado en muchos campos (Markou y Singh, 2003). Como se menciona previamente, para el caso de los estudios enfocados en economía son poco conocidas esta clase de técnicas, y es aún más limitada la aplicación de estos métodos a la planificación económica.

En esta investigación, se utiliza el algoritmo de redes neuronales para mostrar aplicaciones en una economía planificada. Primero, se observan patrones de comportamiento de información extraída de terceros, se procesa la información para un manejo adecuado. Segundo, se presenta un algoritmo de redes neuronales con poder predictivo en economía planificada según los principios estipulados en esta sección sobre tiempo de trabajo y optimización industrial. Tercero, se empatan los resultados de los modelos computacionales contra la realidad del primer análisis y se revisará la viabilidad de aplicar estas técnicas en el desarrollo de una economía alternativa más eficiente al comprender mejor las necesidades de consumo fundamentado en la producción.

## Capítulo 3

# Planeación económica; resultados de entrenamiento de redes neuronales

*“... se afirma un fatalismo histórico, una eliminación del hombre y de su práctica social, una acción de la técnica como fuerza natural de la sociedad, como ley natural social”*

Lukács, G. (2009)

### **3.1. Introducción**

En esta sección se aplican métodos de redes neuronales artificiales para predecir comportamiento de decisiones de consumo dada una configuración industrial en horas de trabajo por trabajador. El objetivo de este apartado es ejemplificar los resultados posibles de un ejercicio que ayudaría a determinar canastas de consumo en la planificación económica.

Previamente, se han discutido las ventajas para análisis económico el utilizar algoritmos para determinar patrones y determinar los sectores clave que se deben desarrollar para hacer frente a las necesidades sociales mediante la planificación industrial. El modelo seleccionado tiene la característica de aprender relaciones complejas y poder determinar qué trabajadores son susceptibles de elegir cierta canasta de consumo; así poder planificar y anticipar configuraciones industriales que determinen una oferta de mercancías adecuada, suficiente y eficiente.

En general, las técnicas de inteligencia artificial o aprendizaje automatizado son poco utilizadas dentro de las ciencias económicas y especialmente casi inexistentes dentro de las discusiones sobre planificación socialista. Tomando en cuenta la búsqueda de literatura de la primera sección, la poca difusión de sistemas de inteligencia artificial a sistemas económicos muestra un reto para definir una línea clara que nos permita llegar a una planificación certera.

Dado que no hay un desarrollo amplio de estas técnicas, una versión

## *3.2. DESARROLLO DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL*

---

exploratoria que nos permita ofrecer resultados novedosos es factible. Al no existir una metodología estándar que ayude a la planificación económica con inteligencia artificial, esta sección propone un método propio de análisis predictivo y clasificación de patrones que enseñan a un modelo de redes neuronales a detectar ciertos comportamientos y anticipar movimientos de demanda.

Con el fin de identificar las canastas de consumo dado del comportamiento de horas de trabajo por industria y segmentar los sectores clave dadas estas canastas de consumo respectivamente. Una vez identificadas las industrias determinantes de las canastas de consumo, se podrán tomar decisiones de política económica para planificar estas industrias según las necesidades de los trabajadores.

## **3.2. Desarrollo del modelo de inteligencia artificial**

### **3.2.1. Predicción de canastas de consumo**

En cualquier sistema de producción, donde exista una variedad de mercancías existirá un conjunto de mercancías que representará una canasta de consumo. Una canasta de consumo para este ejercicio estará definida por una colección de mercancías que en determinadas cantidades y variedades conformarán las preferencias de los consumidores en el nuevo sistema económico.

### *CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES*

---

A diferencia del supuesto de preferencias de la teoría convencional, este caso supone partir de la realidad observable y no de una suposición sin fundamento concreto. Los trabajadores seleccionan una canasta de consumo con comportamientos aleatorios, determinados por las horas de trabajo impresas en cada industria

Los datos hipotéticos que conforman nuestro universo de trabajadores-consumidores en el nuevo sistema de producción parte de la extracción de información observable y calculada a través del tiempo. Un trabajador tiene funciones específicas en una industria con repercusiones en otra, llamemos trabajo directo e indirecto. Por ejemplo, un trabajador podrá tener una contribución de 5 horas de trabajo directo a la industria en la que se emplea actualmente, sin embargo tener contribuciones indirectas a otras industrias por medio del uso de insumos en su caso más sencillo.<sup>1</sup>

Dado que la información con especificidad por trabajador resulta demasiado compleja de obtener actualmente, una simulación computacional resulta susceptible como método alternativo. Una cantidad significativa de investigaciones en economía sustentan hipótesis con este método, casos cercanos a este estudio se encuentra en Cockshott et al (2009). Sin embargo, las simulaciones computacionales corresponden generalmente a una distribución estadística predeterminada, bien puede ser normal o aparentemente aleatoria. Para eliminar este

---

<sup>1</sup>Para el ejemplo actual por motivos de simplificación tomaremos como constante las transferencias de valor de las horas trabajadas y algún tipo de distorsión ajena al trabajo directo e indirecto.

### 3.2. DESARROLLO DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

---

efecto, se utilizará una base de datos ajena que sea compatible con el formato de datos deseado para probar un escenario de planificación económica con canastas y sectores.

Datos cercanos que permitan realizar el entrenamiento de inteligencia artificial corresponden a imágenes satelitales de la NASA. El repositorio Lichman (2013) ofrece una variedad amplia de datos para análisis e investigación para múltiples disciplinas de acceso libre . De acuerdo al criterio explicado previamente, el formato de datos que más se ajustan a esta investigación consiste valores multiespectrales de píxeles en colindantes en una imagen satelital<sup>2</sup>, y la clasificación asociada con el píxel central. En otras palabras tenemos información clasificada de píxeles que contienen 35 características distintas en 5 diferentes grupos.

Para el caso de la planificación económica podemos utilizar estos datos de una forma análoga, teniendo 5 canastas de consumo observadas y 35 industrias a las que un trabajador contribuye de manera directa o indirecta con tiempo de trabajo en horas.

#### 3.2.2. Preprocesamiento de datos

Puesto que la información no se presenta en un formato adecuado para la interpretación económica desde su origen, se realiza transformación de los datos para lograr cierta interpretabilidad y mejorar el desempeño de las redes neuronales. En este caso, se utiliza un método

---

<sup>2</sup>Ver el repositorio Landsat+Satellite en Lichman (2013).

### CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES

---

estadístico de normalización de la información conocido como *feature scaling*. A continuación, *feature scaling* se explica de la siguiente manera.

$$X'_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (6,0)$$

Dónde  $x$  es un vector de información numérica. Para este caso  $x$  toma valores de la rama industrial que recibe el sector por el trabajador  $i$  de forma directa o indirecta.

Una vez ejecutado el proceso de normalización de información, todos los valores del vector pertenecen al rango de 0 a 1. Específicamente, se ejecuta el proceso de normalización para los 35 sectores industriales y se obtiene información asequible de entrenar la red neuronales. Una forma de visualizar toda esta información se presenta en el gráfico de calor de la figura 3.1.

#### **3.2.3. Entrenamiento de la red neuronal**

El siguiente paso corresponde a la partición de la base de datos en el conjunto de entrenamiento y conjunto de validación. En las ciencias computacionales y algunas otras ramas, se utiliza de forma frecuente un espacio de la información para poblar de información a los algoritmos estadísticos o computacionales en un ambiente artificial que permite simular el comportamiento en el mundo real. Este método consiste en tomar una porción aleatoria de la información y validar la robustez del algoritmo creado en la parte sobrante.

### 3.2. DESARROLLO DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

---

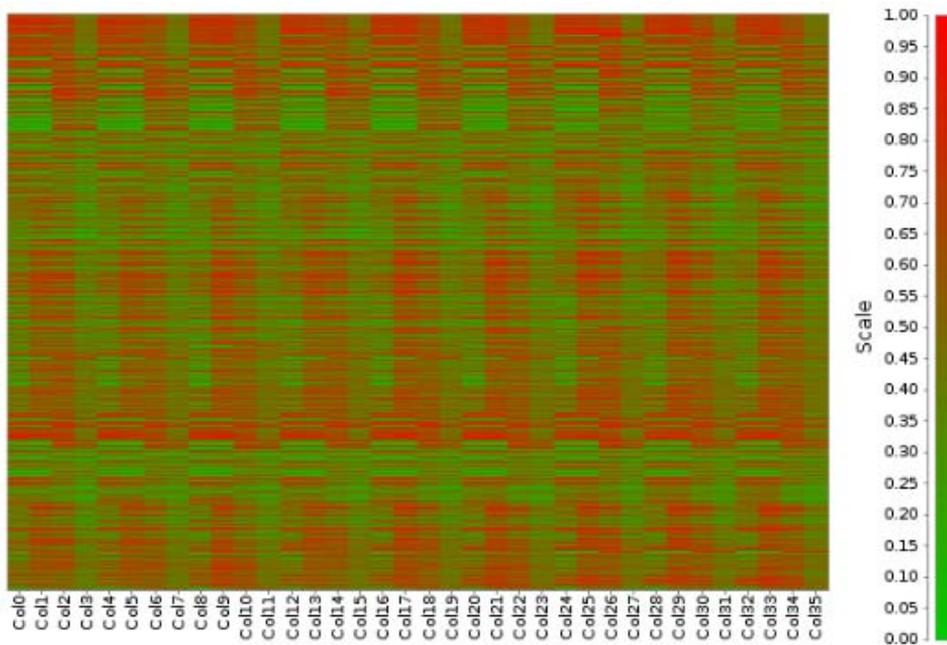


Figura 3.1: *Mapa de calor de base de datos normalizada. El rango de datos se muestra de 0 a 1 para las 35 industrias.*

*CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES*

---

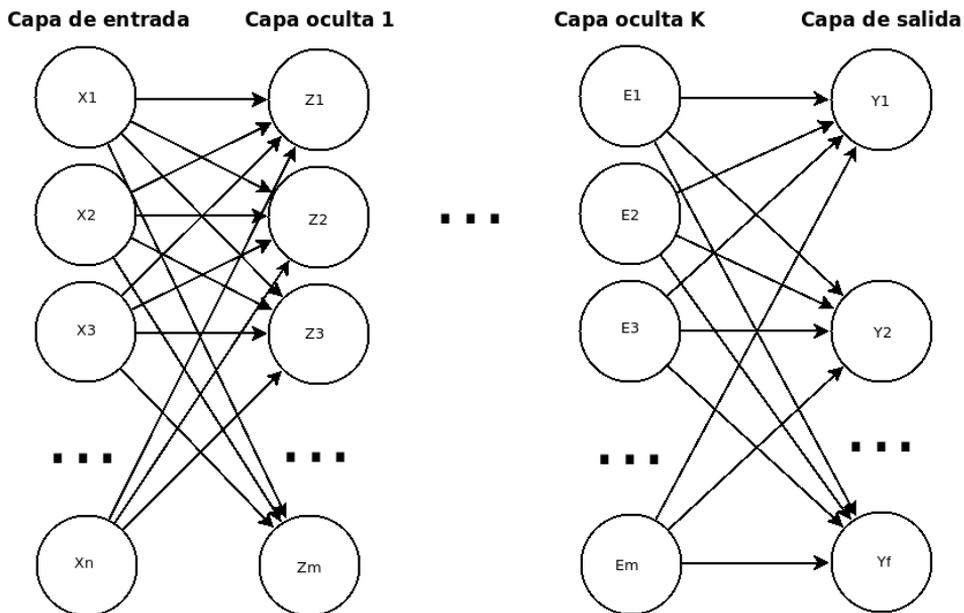


Figura 3.2: *Estructura de Red neuronal multicapas.*

Como primer paso, se toma la información normalizada y se selecciona 70% de la información de manera aleatoria para conformar el conjunto de entrenamiento. El 30% restante se utiliza para comprobar la precisión, especificidad y validez estadística del modelo.

La red neuronal que se utiliza en este trabajo tiene la forma explicada en la figura 3.2. Donde  $X_n$  es el trabajador  $n$ ,  $Z_m$  es la industria  $Z$  con el valor de horas de trabajo  $m$ ,  $K$  es el número de capas ocultas y  $Y_f$  es el número de canastas de consumo. En este caso el conjunto de entrenamiento con el que se calcula la red neuronal consta de 4,009 trabajadores, 35 industrias, 5 capas ocultas y 5 canastas de consumo

### 3.2. DESARROLLO DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

---

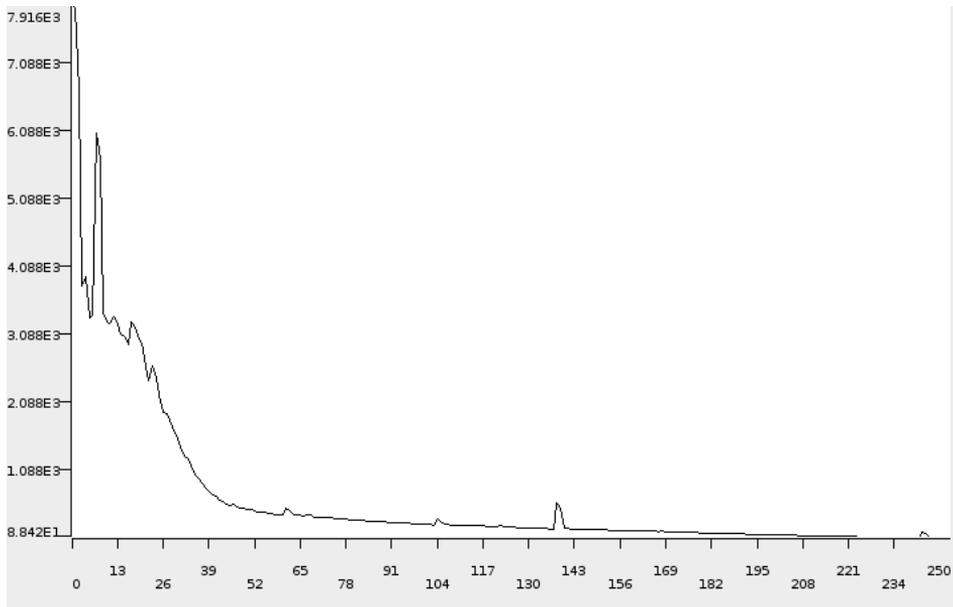


Figura 3.3: *Desempeño de la red neuronal*

posibles.

En el apartado 2 se explica detalladamente que el algoritmo recursivo de optimización de redes neuronales busca reducir el error por medio de aprendizaje iterativo. Los resultados muestran convergencia como reducción del error estimado en la figura 3.3. Específicamente se explica que para el algoritmo de redes neuronales entrenado, el error converge a un óptimo local y se alcanza el mejor desempeño a en 250 iteraciones.

*CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES*

---

| class2   | class4 | class5                      | class1 | class0 |
|--|--------|-----------------------------|--------|--------|
| 382  | 3      | 9                           | 0      | 3      |
| 0  | 186    | 14                          | 4      | 9      |
| 10   | 10     | 431                         | 1      | 0      |
| 1  | 2      | 2                           | 229    | 0      |
| 3  | 2      | 0                           | 0      | 442    |
| <b>Correct classified: 1,670</b>                 |        | <b>Wrong classified: 73</b> |        |        |
| <b>Accuracy: 95.812 %</b>                        |        | <b>Error: 4.188 %</b>       |        |        |
| <b>Cohen's kappa (<math>\kappa</math>) 0.946</b> |        |                             |        |        |

Figura 3.4: *Matriz de confusión. Se muestra el desempeño predictivo de la red neuronal para las cinco canastas de consumo.*

### 3.2.4. Pruebas de validación de la red neuronal

De acuerdo con el preprocesamiento descritos en este capítulo, una sección de la base de datos que corresponde al 30 % de la información se utiliza para la validación del modelo. Este apartado plantea probar los estimadores calculados según el algoritmo previamente descrito y comprobar el poder predictivo-clasificadorio de la red neuronal. Primero, se describe la capacidad predictiva del modelo según la especificidad y sensibilidad estadística para las cinco canastas de bienes.

La figura 3.4 muestra los resultados de la red neuronal en el segmento o conjunto de validación. El conjunto de validación consta de 1743 trabajadores con 5 canastas de bienes para las 35 industrias.

La matriz de confusión explica las clasificaciones efectuadas. En

### 3.2. DESARROLLO DEL MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

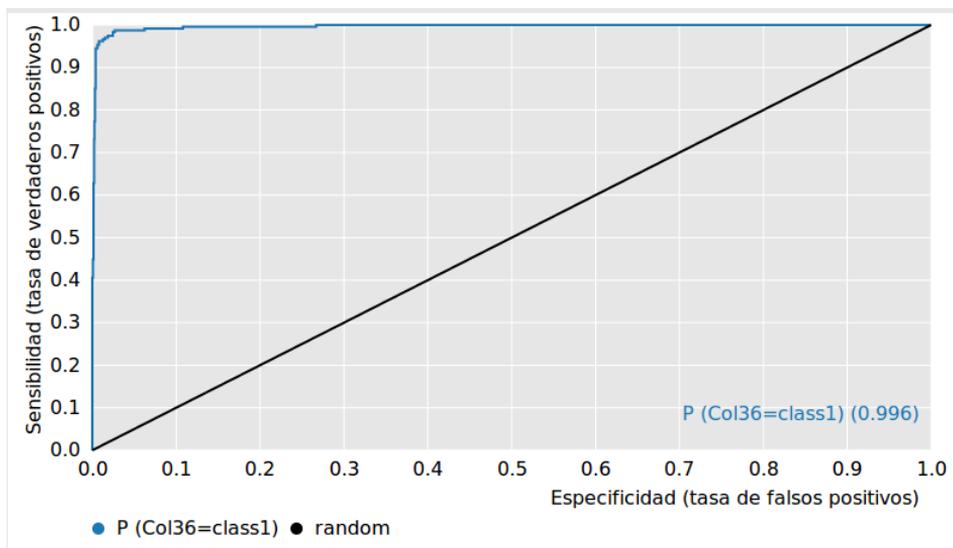


Figura 3.5: *Característica Operativa del Receptor para la canasta 1. Se muestra el poder predictivo en cuanto especificidad y sensibilidad del modelo.*

la diagonal de la matriz se observa el número de trabajadores que se clasificaron correctamente, por ejemplo, 382 que se clasificaron como canasta dos, corresponde a canasta dos y 3 que pertenecen a la canasta 2 fueron clasificados a la canasta 4. La figura 3.4 apunta que se predicen cerca del 95.8% de los casos adecuadamente y el error corresponde a 4.1% de las clasificaciones.

Según la figura 3.5 y 3.6, muestra la Característica Operativa del Receptor (ROC por sus siglas en inglés) que mide el poder predictivo del algoritmo de redes neuronales contra la la probabilidad de

### CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES

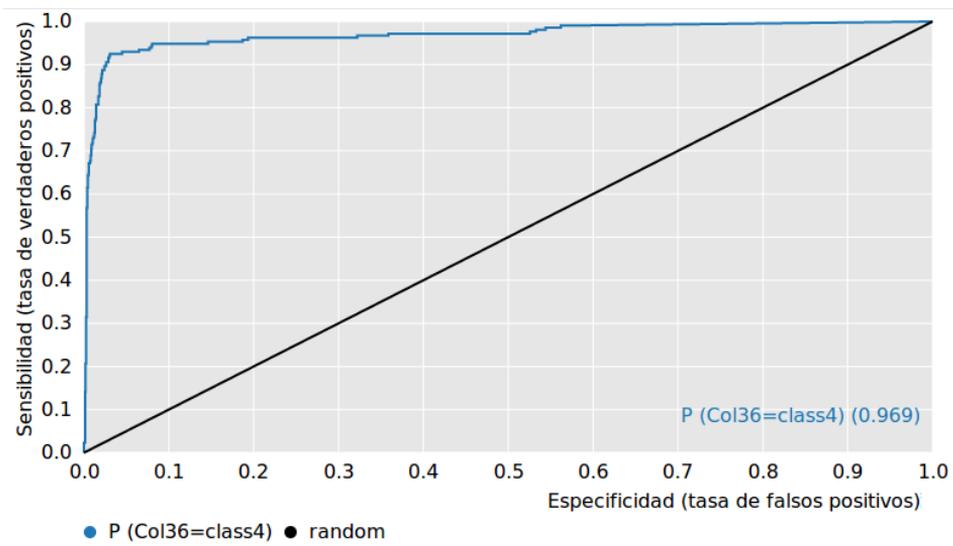


Figura 3.6: *Característica Operativa del Receptor para la canasta 4. Se muestra el poder predictivo en cuanto especificidad y sensibilidad del modelo.*

selección aleatoria binaria. En este caso, una curva alejada de la recta aleatoria muestra un mayor poder de discriminación de canastas sobre otros. En otras palabras, se tiene la capacidad de diferenciar la canasta 1 de la canasta  $n$  dada una probabilidad estadística determinada por el algoritmo de aprendizaje automatizado. Ampliamente utilizado este método en las ciencias médicas para diagnóstico a pacientes, un valor superior a 80% de la curva ROC se considera un buen modelo predictivo.

La especificidad y sensibilidad del modelo está descrita por las

siguientes fórmulas respectivamente.

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN} \quad (7,0)$$

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN + FP} \quad (8,0)$$

Donde VP es número de verdaderos positivos, FN falsos negativos y VN, verdaderos negativos; y FP, falsos positivos.

Concretamente, la canasta de bienes que tiene mejor predictibilidad es class1 con sólo 1.4 % de los casos con error de clasificación. Por otro lado class4 muestra la predictibilidad más baja con 3.1 % de los casos clasificados erróneamente. Respectivamente, la prueba de ROC arroja resultados adecuados según los estándares al proporcionar un valor de discriminación alto inclusive para el caso menos desarrollado de la canasta 4.

### 3.3. Discusión

A lo largo de esta sección se intenta caracterizar un caso aplicado de planificación económica tomando en cuenta canastas de consumo y tiempo de trabajo. El proceso de análisis se identifica como una simulación computacional con datos reales *ad hoc* que permite mostrar un universo de más de 6,000 trabajadores que participan en 35 industrias de forma directa e indirecta. Se entrena un modelo de redes

### *CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES*

---

neuronales que tiene un poder de predicción del 96 % y con un desempeño que oscila entre 2 % y 3 % por canasta de consumo. A través de validación empírica el modelo cumple con desempeño de especificidad y sensibilidad estadística.

Mediante el modelo propuesto, ciertas partes de la planificación económica puede ser llevada a cabo en un contexto macroeconómico, que permita coordinar industrias para satisfacer una demanda variada de productos esperada. Al conocer específicamente el comportamiento y características que determinan cierta susceptibilidad por inclinarse por una canasta (o un bien en su caso más granular) la demanda de los periodos subsecuentes podrá ser satisfecha con un grado de aceptable eficiencia.

A diferencia de un sistema de producción anárquico, la coordinación industrial en función de la demanda permite una menor distorsión entre el tiempo que contiene una mercancía y el precio que esta se ofrece en el mercado. Aquellas mercancías cuyo error estadístico es más alto sufrirán una variación esperada del precio mayor a aquellos cuya demanda es estimada más acertadamente. La eficiencia de planeación de la demanda se traduce directamente en reducción de costos de tiempo de trabajo para la sociedad, evitando la fabricación de mercancías que no se consumen en el nivel adecuado y enfocando esfuerzos de tiempo de trabajo en aquellas industrias cuya demanda es más necesaria.

Según el pseudo algoritmo de planificación (Figura 1.1), los avan-

ces de este apartado ofrece soluciones concretas a la estimación (y permanente mejora) de la producción bruta concretada (paso 6) y comparación de los requerimientos y recursos (paso 7) a un nivel de especificidad por canasta e industria. Los alcances de un algoritmo de redes neuronales como el propuesto a una estimación más amplia se traduce simplemente en un escalamiento a mayor número de mercancías-canastas, individuos e industrias.

De modo distinto a la planificación de producción por objetivos, el modelo de redes neuronales propone sensibilidad ante los cambios y susceptibilidades del trabajador a nivel unitario e inmediato, es decir ofrece flexibilidad suficiente de conocer y entender a nivel mercancía las necesidades de cada individuo en el nuevo sistema de producción a tiempo real. La velocidad de estimaciones nuevas y reentrenamiento de los modelos predictivos resulta inmediato y los resultados de planificación se reduce de varios años a la inmediatez de la disponibilidad de la información. Es decir, ante un buen flujo de información constante sobre la producción actual, las decisiones de consumo se tendrá un conocimiento mucho más amplio sobre los patrones que subyacen al comportamiento humano deseable de modelar. Bajo la perspectiva de la inteligencia artificial de redes neuronales, estas iteraciones constantes de información ayudarán a mejorar la capacidad predictiva de necesidades de consumo a medida que la red neuronal aprende a detectar estos y nuevos patrones.

A diferencia de las estimaciones rígidas de modelos econométricos

### *CAPÍTULO 3. PLANEACIÓN ECONÓMICA; RESULTADOS DE ENTRENAMIENTO DE REDES NEURONALES*

---

tradicionales (inmutables ante cambios estocásticos u estructurales del fenómeno a estudiar), un modelo de inteligencia artificial tiene la ventaja de que se transforma a medida que los *inputs* de información cambia, en este caso específico, ofreciendo flexibilidad ante cambios de patrones de consumo o producción de los trabajadores.

# Capítulo 4

## Conclusiones

Históricamente el desarrollo de las fuerzas del capitalismo a perpetuado ideas de que la planificación económica es complicada y para las perspectivas más radicales algo imposible.

En este trabajo se analiza este debate bajo el nombre de “El debate del cálculo económico” en cerca de un centenar de artículos y publicaciones. Se describen las principales causas de desaprobación a la planificación económica y las perspectivas que rodean estas ideas. Para este fin, el trabajo presente muestra las perspectivas de diversas escuelas de pensamiento, donde primordialmente se ofrece la visión de los economistas austriacos, neoclásicos y marxistas.

A través de una revisión exhaustiva de trabajos desarrollados sobre el debate del cálculo económico, desde finales del siglo XIX hasta la primera década del siglo XXI, se destaca la importancia de la determinación de precios en una economía planificada y la dificultad de coordinar industrias para asegurar satisfacer la demanda. En principio, se revisa la primera fase del debate Barone-Pareto y la continuación de la discusión ofrecida por Mises, Hayek y Lange.

Principalmente, las contribuciones de la escuela neoclásica se centraron en abordar la visión de la teoría económica convencional aplicada a la planificación económica. Las propuestas de Lange, eliminan parte de las condiciones de producción capitalistas, permitiendo a los planificadores económicos determinar el número de industrias necesarias para realizar las necesidades de los consumidores. Una de las debilidades principales del modelo neoclásico es la determinación de

---

precios *ex-ante* y se contempla como una discusión fundamental por parte de los Austriacos. Sin embargo, Lange y Barone demuestran la posibilidad de planificar la economía mediante soluciones satisfactorias pero no globales a las cuestiones de determinación de precios de mercado.

Posterior a la segunda sección del debate, las discusiones se centran en demostrar la posibilidad del socialismo mediante argumentos con un tinte de teoría marxista del valor. Principalmente, Dobb, Cocks-hott, Cotrell y Campbell ofrecen perspectivas sólidas y concretas en las que las críticas Austriacas son rebatidas en los aspectos de posibilidad de computación de decisiones y determinación de precios. La conclusión general de las revisiones de esta fase del debate, concluyen que la formalización de los conceptos previos sólo contribuyó a reforzar la desacreditación de las críticas Austriacas y formalizar opciones computacionales que permiten una planificación económica más eficaz.

Más adelante, se revisa la perspectiva Schumpeteriana del emprendedor como fase necesaria del desarrollo económico y la comparación respecto a funciones de política centralizada. Mises y una gran parte de la escuela austriaca, atribuye en varios de sus escritos más famosos la imposibilidad del socialismo al no permitir el cambio económico. En este trabajo, se desarrollan las perspectivas de Schumpeter y se comparan con las decisiones de producción centralizada. Mediante argumentación y lógica en el sistema de producción se muestra que el papel del emprendedor capitalista no tiene injerencia dentro de las

decisiones económicas y es un actor más que participa en el proceso; fácilmente sustituible en un sistema de producción planificado de innovación aplicada, el argumento austriaco del desarrollo económico se ve evidentemente rebatido.

Como desenlace de la primera sección, se observa que al día de hoy, es inclusive mucho más factible la planificación económica para una cantidad significativa de mercancías. Dirigir la discusión hacia la perspectiva computacional da todas las ventajas a la planificación económica y complementado con una visión marxista de la teoría del valor trabajo se puede construir un modelo de producción mucho más eficiente, equitativo y sustentable al actual modo de producción capitalista.

En la segunda sección de esta investigación se enfocan esfuerzos en demostrar metodológicamente que existe la posibilidad de desarrollar una producción eficiente en términos de tiempo de trabajo y procesamiento computacional. Se analizan y evidencian las ineficiencias de producción en la lógica *profit-driven* del capitalismo para después argumentar en favor de una producción enfocada en reducir el tiempo de trabajo de la sociedad. Se explican los conceptos del tiempo de trabajo, trabajo social, tiempo de trabajo socialmente necesario en Marx y escritos destacados desde distintas perspectivas de Valle, Moseley, Kliman, Foley entre otros. El trabajo presenta distintas perspectivas para explicar el excedente económico desde el punto de vista de tiem-

---

po de trabajo y cuáles serían las decisiones de elección de técnicas en costos de tiempo de trabajo.

Adicionalmente, se explican las implicaciones de elegir técnicas menos eficientes así como cuáles son los criterios de medición de eficiencia en un sistema de producción alternativo. Se ejemplifica un caso de producción de dos mercancías con miras a la generalización y cómo se obtendrían los tiempos de trabajo por mercancía en función de vectores de trabajo, *input* de mercancías y *output* de mercancías. Dentro de este apartado, se observa claramente las críticas de Hayek (1942) y se rebaten estos argumentos desde el paradigma de la complejidad.

Finalmente, el apartado 2 desarrolla los fundamentos teóricos que subyacen en los teoremas de inteligencia artificial, específicamente para los algoritmos de redes neuronales artificiales. Se explica que las aplicaciones a la economía no están suficientemente desarrolladas y que salvo excepciones es un tema innovador en la ciencia económica. La falta de desarrollos en el tema se atribuye principalmente a la dificu

A lo largo del capítulo, se ejemplifican aplicaciones en otras ciencias, desarrollos previos en el tema de minería de textos y economía. Para finalizar, se programa y ejecuta un algoritmo de redes neuronales para la identificación de patrones visuales en números escritos de forma manual. El algoritmo demuestra un poder de clasificación con 97.2% y demuestra una aplicación visual que permite comprender capacidades de las redes neuronales y a continuación se muestra la formalización matemática esencial que explica la teoría de redes

neuronales artificiales para la versión regularizada de *backpropagation*.

En el último apartado de esta investigación se aplican métodos de redes neuronales artificiales para predecir comportamiento de decisiones de consumo dada una configuración industrial en horas de trabajo por trabajador. Durante esta sección se extrae información de una base de datos relacionada a imágenes satelitales de la NASA por su compatibilidad en formatos de información y se transforman los datos para simular un caso para cerca de 6,000 trabajadores hipotéticos en 35 industrias. Se especifica proceso de transformación de la información, se explora el universo de datos y se entrena la red neuronal artificial bajo criterios de selección por optimización-reducción del error estimado.

Se plantea que la red neuronal más eficiente converge en 250 iteraciones y diez capas. Los resultados apuntan a que la especificidad y sensibilidad estadística del modelo son aceptables. Mediante los resultados obtenidos, se determinan canastas de consumo en la planificación económica concreta con eficiencia del 96 % para cinco canastas de consumo.

Las implicaciones a futuro de los resultados permiten utilizar este modelo para predecir las canastas de consumo de forma iterativa para conocer la demanda de las canastas de bienes de los trabajadores en nuestra economía planificada, enfocar esfuerzos, utilizar recursos de forma eficiente, determinar precios certeros al no existir discrepancia en oferta y demanda.

Además, se explica que ante un correcto flujo de información cons-

---

tante sobre la producción actual, las decisiones de consumo se tendrán un conocimiento mucho más amplio sobre los patrones que subyacen al comportamiento humano deseable de modelar. Bajo la perspectiva de la inteligencia artificial de redes neuronales, estas iteraciones constantes de información ayudarán a mejorar la capacidad predictiva de necesidades de consumo a medida que la red neuronal aprende a detectar estos y nuevos patrones.

En esencia, este apartado contribuye al debate del cálculo económico al responder concretamente a las críticas de la imposibilidad de realizar cálculos a nivel individuo planteados principalmente por Hayek (1948), Mises (1968) y sus seguidores. Tomar la perspectiva de utilizar principios de ciencias computacionales y aplicarlos a demostrar que existe posibilidades de planificación principalmente en los trabajos de Cottrell y Cockshott (1993) y extender el argumento. Además, esta investigación logra evidenciar la debilidad del argumento austriaco de Engelhardt (2013) sobre que el procesamiento computacional es extenso e impracticable al realizar el cálculo en condiciones computacionales actuales.

En definitiva planificar una sociedad alternativa resulta compleja y difícilmente precisa la forma en que los procesos de decisión serán llevados a cabo. Una visión histórica, lógica y computacional es ofrecida en este trabajo. A través de este trabajo, se pretende ofrecer una alternativa de planificación mediante técnicas computacionales no

convencionales en la disciplina económica.

Diversos autores se han presentado acérrimos críticos de la planificación, inclusive aquellos simpatizantes de las ideas más radicales sobre el actual sistema de producción. Ante una incertidumbre generalizada sobre los métodos que la planificación económica y algunos de los fracasos relativos de la propuesta soviética a finales del siglo XX la gran mayoría de los escritos se enfocan en criticar y explicar el modo de producción dominante sin ofrecer ni desarrollar sistemas disidentes.

De forma lamentable, la crítica se ha enfocado en mostrar facetas del modo de producción actual. Salvo honrosas excepciones previamente descritas, la mayoría de los autores que denuncian los abusos y desventajas de un sistema de producción capitalista como el que se vive, limita los aportes a la crítica, pero no de forma propositiva de alternativas ofreciendo un nuevo modo de producción. Luctuosamente:

*"Philosophers have hitherto only interpreted the world in various ways; the point is to change it."* (Marx, 1976)

La cuestión primordial que subyace a los horrores de la producción capitalista, se presenta a la vista hasta del ojo menos entrenado. Si aquellos que creen en una sociedad organizada no comienzan a desarrollar cimientos y propuestas para una sociedad alternativa libre de explotación del trabajo e ineficiencia perpetua, entonces ¿quién?

# Bibliografía

- [1] Adaman, F. and Devine, P., 1996. The economic calculation debate: lessons for socialists. *Cambridge Journal of Economics*, 20, pp.523–537.
- [2] Adaman, F. and Devine, P.A.T., 1994. *Socialist Renewal: Lessons from the “Calculation Debate.”* *Studies in Political Economy*.
- [3] Allen, R.C., 2003. *A Reassessment of the Soviet Industrial Revolution.* Princeton University Press, pp.1689–1699.
- [4] Allin, C. and Cockshott, W.P., 1993. Calculation, complexity and Planning: the socialist calculation debate once again. *Cost-Benefit Analysis of Irrigation Projects in Northeastern Brazil*.
- [5] Astarita, R. 2006. *Valor, Mercado Mundial y Globalización. Globalización.* BuenosAires: Kaicron.
- [6] Bergson, A., 1967. Market Socialism Revisted. *The journal of political economy*, 75(5).

- [7] Boz, A. and Ergeneli, A., 2014. Women Entrepreneurs' Personality Characteristics and Parents' Parenting Style Profile in Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, pp.92–97. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281305057X>.
- [8] Bogacz,R, Martin Moraud, E, Abdi, A, Magill, P, and Baufreton, J 2016, 'Properties of Neurons in External Globus Pallidus Can Support Optimal Action Selection', *Plos Computational Biology*, 12, 7, pp. 1-28.
- [9] Bradley, M.E. and Mosca, M., 2014. ENRICO BARONE'S "MINISTRY OF PRODUCTION": CONTENT AND CONTEXT. *Mathematics and Statistics*, 144(51).
- [10] Brewster, L., 2002. THE IMPOSSIBILITY OF THE STATE. *Journal of libertarian Studies*, 16(3), pp.19–34.
- [11] Brewster, L., 2004. Towards a New Socialism? By W. Paul Cockshott and Allin F. Cottrell. Nottingham, UK: Spokesman Books, 1993. *Quarterly Journal of Austrian Economics*, 7(1), pp.65–77. Available at: <http://www.springerlink.com/index/ceckh18d5e2ylnnl.pdf>.
- [12] Byung-Yeon, K., 2002. Causes of repressed inflation in the Soviet consumer market, 1965-1989: retail price subsidies, the siphoning effect, and the budget deficit. *Economic History Review*, 1, pp.105–127.

- [13] Campbell, A. et al., 2002. Democratic Planned Socialism: Feasible Economic Procedures. *Science and Society*, 66(1), pp.29–49. Available at: <http://www.jstor.org/stable/10.2307/40403951>.
- [14] Cottrell, A. and Cockshott, W.P., 1993. Socialist Planning After the Collapse. , (96), pp.167–185.
- [15] Cockshott, P. and Cottrell, A., 1993. *Towards a new socialism*, Nottingham: Spokesman.
- [16] Cockshott, P., 2012. Is the theory of a falling profit rate valid? *World Review of Political Economy*, (May), pp.20–25.
- [17] Cockshott, P. et al., 2012. Why Socialism? *Science and Society*, 76(2), pp.151–171.
- [18] Cockshott, W.P. and Zchariah, D., 2012. Arguments for Socialism. , p.208.
- [19] Dasgupta, D, Yu, S, and Nino, F 2011, 'Recent Advances in Artificial Immune Systems: Models and Applications', *Applied Soft Computing*, 11, 2, p. 1574, Supplemental Index, EBSCOhost, viewed 7 September 2016.
- [20] Devine, P. et al., 2012. Feasibility and Coordination. *Science and Society*, 76(2), pp.172–198.
- [21] Dickinson, H.D., 1933. *The Economic Journal*,. *The Economic Journal*, 86(342), pp.369–371.

- [22] Ding, X. et al., 2012. Incentives and Consciousness. , 76(2), pp.199–218.
- [23] Dobb, M., 1972. On economic theory and socialism: Collected papers.
- [24] Dütte, T., 2013. Koopmans in the Soviet Union.
- [25] Eidel'man, M., 1972. The new ex post interbranche balance of production and distribution of output in the national economy of the ussr. Vestnik statistiki, 6.
- [26] ELMUTI, D., KHOURY, G. and ABDUL-RAHIM, B., 2011. Entrepreneur'S Personality, Education and Venture Effectiveness: Perceptions of Palestinian Entrepreneurs. Journal of Developmental Entrepreneurship, 16(02), pp.251–268. Available at: <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1084946711001823>.
- [27] Engelhardt, L., 2013. Central Planning's Computation Problem. Quarterly Journal of Austrian Economics, pp.227–246.
- [28] Foley, Duncan K. 1982, The value of money, the value of labor power and the marxian transformation problem. Review of Radical Political Economics. 14 :2 pp. 37-47.
- [29] Gallegati, M. and Kirman, A., 2012. Reconstructing economics: Agent based models and complexity. Complexity Economics, 1, pp.5–31.

- [30] Gallik, D.M., Kostinsky, B.L. and Treml, V.G., 1983. Input-Output Structure of the Soviet Economy: 1972. Foreign Economic Report, 18.
- [31] García, J 2009, Redes neuronales artificiales para el pronóstico del PIB. México, 1980.1-2008.3 / 2009
- [32] Gillula, J.W., 1984. Components of gross investment in 1966 and 1972 soviet input-output tables. Bureau of the census center for international research.
- [33] Gillula, J.W., 1982. The reconstructed 1972 Input-Output Tables for Eight Soviet Republics. Foreign Economic Report, 19.
- [34] Gramsci, A., 1976. *La Formacion De Los Intelectuales*, n.p.: 1976,
- [35] Greenwood, D., 2006. Commensurability and beyond: from Mises and Neurath to the future of the socialist calculation debate. *Economy and Society*, 35(1), pp.65–90. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03085140500465857>.
- [36] Hagan, M.T., Demuth, H.B. & Beale, M.H., 1995. *Neural Network Design*. Boston Massachusetts PWS, 2, p.734.
- [37] Hahnel, R., 2012. Stages and Productive Forces. *Science and Society*, 76(2), pp.219–242.
- [38] Hamilton, D., 1984. Economics: Science or Legend. *Journal of Economic Issues*, 13(2), pp.565–572.

- [39] Harnecker, M., 2012. Social and Long-Term Planning. *Science and Society*, 76(2), pp.243–266.
- [40] Harrison, M., 1998. Trends in Soviet labour productivity, 1928-85: War , postwar recovery , and slowdown. *Europe Review of Economic History*, pp.171–200.
- [41] Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J., 2009. *The Elements of Statistical Learning*, Available at: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/b94608>.
- [42] Hayek, F.A., 1935. *Collectivist Economic Planning* R. and K. P. LTD, ed., London.
- [43] Hayek, F.A., 1945. The use of knowledge in society. *American Economic Review.*, 35(4), pp.519–530.
- [44] Henderson 2013. *Value in Marx: The Persistence of Value in a More-Than-Capitalist World*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- [45] Hobsbawn, E., 1994. *Historia del siglo XX*.
- [46] Ibarra G 2015. Reconocimiento de rostros humanos con redes neuronales y transformaciones de transvección.
- [47] Jablecki, J. and Machaj, M., 2008. Cantor’s Diagonal Argument: An Extension to the Socialist Calculation Debate-A Comment. *The Quarterly Journal of Economics*, pp.123–131.

- [48] Karagedov, R.G., 1988. The Economics of Shortage.
- [49] Kuri-Morales, A., The Best Neural Network Architecture. , (1), pp.1–13.
- [50] Kuri-Morales, A. and Quezada, C.V., 1998. A Universal Eclectic Genetic Algorithm for Constrained Optimization. In *Proceedings 6th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing, EUFIT'98*
- [51] Kliman, A. “The Law of Value and Laws of Statistic s: Sectoral Values and Prices in the U.S. Economy, 1977-1997,” Cambridge Journal of Economics 26:3, mayo 2002.
- [52] Koopmans, T.C., 1976. Concepts of optimality and their uses. *Mathematical Programming*, 11(1), pp.212–228.
- [53] Lange, O., 1936. On the Economic Theory of Socialism:,
- [54] Lange, O. and Taylor, F.M., On the Economic Theory of Socialism on JSTOR. Available at: <http://www.jstor.org/stable/10.5749/j.ctttsbzm> [Accessed November 17, 2015].
- [55] Laski, L., 1985. Review of Rivarly and Central Planning. *Historical Perspectives on Modern Economics.*, (1), pp.1–5.
- [56] Lavoie, D., 1985. *Rivalry and central planning:the socialist calculation debate reconsidered.*

- [57] Levy, D.M. and Peart, S.J., 2008. Socialist calculation debate. *The New Palgrave Dictionary of Economics*, (1961), pp.1074–1077.
- [58] Lewandowski, C.M., Co-investigator, N. and Lewandowski, C.M., 2015. The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference, 1(8), pp.1689–1699.
- [59] Lichman, M. (2013). UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science.
- [60] Machaj, M., 2007. Market Socialism and the Property Problem: Different Perspective of the Socialist Calculation Debate. *Quarterly Journal of Austrian Economics*, 10(4), pp.257–280.
- [61] Markou, M. and Singh, S., 2003a. Novelty detection: A review - Part 1: Statistical approaches. *Signal Processing*, 83(12), pp.2481–2497.
- [62] Markou, M. and Singh, S., 2003b. Novelty detection: A review - Part 2:: Neural network based approaches. *Signal Processing*, 83(12), pp.2499–2521
- [63] Marx, K, and Engels, F 1976, *THESES ON FEUERBACH*, Marx & Engels Collected Works p. 29 London: Lawrence & Wishart Project MUSE

- [64] Marx, K, Engels, F 2011, *El Capital : Crítica De La Economía Política*, México : Siglo XXI, 2011.
- [65] Meadowcroft, J., (2003). The British National Health Service: lessons from the “Socialist Calculation Debate.” *J Med Philos*, 28(3), pp.307–326.
- [66] Mises, L. Von, 1994. *Economic Calculation in the Socialist Commonwealth*, Available at: <http://www.mises.org/>.
- [67] Mises, L. Von, 1968. *Socialismo, análisis económico y sociológico*. 2da ed., México: Western Books Foundation.
- [68] Morel, G 2012, *Predicción de crisis financieras utilizando redes neuronales artificiales : un ejercicio para la economía mexicana /* 2012.
- [69] Moseley, Fred. *Money And Totality*. Haymarket Books, 2016. Print.
- [70] Murphy, R.O.P.M., 2006. Cantor’s Diagonal Argument: An extension to the Socialist Calculation Debate. , 9(2), pp.3–11.
- [71] Nove, A., 1987. *The Soviet Economic System*, Boston : Unwin Hyman.
- [72] Olguín, A., 2016. Economía computacional, complejidad y ciencia de datos. Conociendo el éxito empresarial en el desafío Yelp para 61 mil compañías. *Oikonomika* 1(2). pp. 4-16.

- [73] Paniagua, R., Nistal, M., Sesma, P., Álvarez-Uría, M., Fraile, B., Anadón, R. y José Sáez, F. 2002. *Citología e histología vegetal y animal*. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.
- [74] Pimentel, M.A.F., Clifton, D.A., Clifton, L., Tarassenko, L., 2014. A review of novelty detection. *Signal Processing*. doi:10.1016/j.sigpro.2013.12.026.
- [75] Prony, G. (1824). *Notice sur les grandes tables logarithmique*. L'Academie Royal Des Sciences, Paris.
- [76] Rawlins, G.J.E., 1991. *Foundations of Genetic Algorithms*, Available at: <http://www.amazon.fr/Foundations-Genetic-Algorithms-Gregory-Rawlins/dp/1558601708>.
- [77] Read, J 2013. Notes about Value in Marx: Value in Marx: The Persistence of Value in a More-Than-Capitalist World, Minneapolis, *A Radical Journal of Geography*, p. 1–8.
- [78] Rivista, S. and Sociali, S., 2015. *Rivista Internazionale di Scienze Sociali e Discipline Ausiliarie*, , 42(Dicembre 1906), pp.586–587.
- [79] Rothbard, M.N., 1991. The End of Socialism and the Calculation Debate Revisited. *The Review of Austrian Economics*, 5(2), pp.51–76.
- [80] Rüdiger, E. et al., *Cognitive Systems Monographs. Control*, 3.

- [81] Salama, P 1978, *Sobre El Valor : Elementos Para Una Critica*, n.p.: México : Era, 1978.
- [82] Shaikh, AM 2016, *Capitalism : Competition, Conflict, Crises*, n.p.: Oxford ; New York, NY : Oxford University Press.
- [83] Sharma, R, and Kaur, G (2016), E-Mail Spam Detection Using SVM and RBF, *International Journal Of Modern Education and Computer Science*, 8, 4, p. 57.
- [84] Shen, Xian, X.Z. Gao, and Roufang Bie. 2008. Artificial Immune Networks: Models And Applications. *International Journal of Computational Intelligence Systems*.
- [85] Smith, A, Smith, A, and Rodríguez Braun, C 2011, *La Riqueza De Las Naciones*, n.p.: Madrid : Alianza, 2011.
- [86] Sperduto, D.A., (2005). The forgotten Contribution: Murray Rothbard on Socialism in Theory and in Practice and the Reinterpretation of the socialist Calculation Debate: A comment. *The Quarterly Journal of Austrian Economics*, 8(1), pp.75–80.
- [87] States, U., 2012. Arguments for. , (January), pp.8–9.
- [88] Taylor, P., 2015. University of Glasgow Input-Output Analysis in the USSR. , 28(2), pp.157–186.

- 
- [89] Titze, M., Brachert, M. and Kubis, A., (2014). Actors and interactions-identifying the role of industrial clusters for regional production. *Growth and Change*, 45(2), pp.163–190.
- [90] Textor, J (2012), A Comparative Study of Negative Selection Based Anomaly Detection in Sequence Data, *Artificial Immune Systems (9783642337567)*, p. 28, Publisher Provided Full Text Searching File, EBSCOhost, viewed 8 September 2016.
- [91] U.S. *Department of Commerce and State Committee on Statistics of the U.S.S.R., 1991. USA/USSR: Facts and Figures.* , pp.1–96.
- [92] Uchida, H., *Marx for the 21st Century*. Edited by Hiroshi Uchida.
- [93] Uebel, T.E., 2005. *Incommensurability, Ecology and Planning: Neurath in the Socialist Calculation Debate* , 1919-1928. , pp.1919-1928.
- [94] Yasuhiko, Y., 1995. *The development of Socialist Calculation Debate -Misesians versus Hayekians.* 1.
- [95] Valle, A., 1964. *Los esquemas de reproducción de Marx.* , I.
- [96] Valle, A 1978, Valor y precios de producción. *Investigación Económica*, num. 146, octubre-diciembre de 1978, pp.169-203.
- [97] Valle, A 2009, *La discusión reciente sobre el problema de transformación de valores a precios de producción* en Temas de teoría

- económica y su método, Juan José Jardón ed. , Thomson Civitas, España. pp 119-133
- [98] Valle, A 2010, Dimensional analysis of price-value correspondence: a spurious case of spurious correlation. *Investigación Económica*, vol. LXIX, 274. pp. 119-130 20.
- [99] Weizsäcker, C.C. Von and Samuelson, P.A., 1971. *A New Labor Theory of Value for Rationed Planning Bourgeois Profit Rate.* , 68(6), pp.1192–1194.
- [100] Zygmunt, Z., (2006). . *The Journal of Economic Education*, 37(2), pp.229–235. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3200/JECE.37.2.229-235>.