



Universidad Veracruzana

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**ANÁLISIS DEL EQUILIBRIO ECONÓMICO-
AMBIENTAL DEL PARADIGMA NEOCLÁSICO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN
ECONOMÍA AMBIENTAL Y ECOLÓGICA**

PRESENTA:

DAVID ALONSO PÉREZ REBOLLEDO

DIRECTOR: MTRA. KATIA ROMERO LEÓN

CODIRECTOR: DR. ADOLFO GARCÍA DE LA SIENRA GUAJARDO

XALAPA, VERACRUZ.

OCTUBRE, 2018.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mi tutora y directora de tesis, mi amiga la Maestra Katia Romero, quien me instruyó en este proceso que culmina con un título académico pero que representa una etapa de enorme crecimiento personal; quien además de haberme ofrecido su apoyo incondicional en el ámbito académico, más importante aún, me ha brindado su sincera y valiosa amistad, mostrándome su alto grado de compromiso profesional y más elevado valor personal. Al Dr. Adolfo García de la Sienna, codirector de tesis de maestría por su confianza y apoyo para dar la solidez necesaria a este trabajo con su invaluable colaboración. A los miembros del comité de tesis, Dr. Fabio Morandín, por su disposición en el trabajo e importantes aportaciones así como valiosos consejos; y, la Mtra. Yecenia de la Rosa que complementa el gran grupo que permitió la generación de este trabajo. Así como al Dr. Rey Acosta, sinodal de la disertación de tesis, y profesor con verdadera vocación para la formación integral dentro de la academia.

Particularmente al Mtro. Marco Méndez y al Mtro. Edson Valdés, que amablemente dieron su tiempo y conocimiento apoyando con elementos técnicos de la edición del trabajo, así como en el rigor del contenido matemático. Al grupo de profesores de la maestría que están verdaderamente comprometidos con el programa y que brindan su colaboración a pesar de las carencias conocidas: Dr. Enrique Hipólito, Mtro. Guadalupe Hernández y el Dr. Carlos Welsh. También al grupo de apoyo administrativo de la maestría, Lic. Mariel Garrido, Lic. Alejandro Torreblanca y la Mtra. Xochilquetzali Álvarez.

Sin restar importancia, agradezco a mi familia, que siempre me acompañan y son el mejor apoyo posible, principalmente a mis padres, gracias a ellos puedo aspirar a alcanzar cualquier logro personal grande o pequeño en mi vida.

Índice general

Introducción	4
I Ciencia económica y filosofía de la ciencia	6
1.1 Ciencia económica moderna	6
1.2 La teoría clásica	8
1.3 La economía neoclásica	12
1.4 Filosofía de la ciencia contemporánea	14
1.5 El estructuralismo meta-teórico y el funcionamiento de las teorías científicas	19
1.6 Modelación estructuralista de la Teoría Económica Neoclásica	27
II Equilibrio económico-ambiental desde una perspectiva de la teoría económica neoclásica	33
2.1 Economía del bienestar y utilidad social	35
2.1.1 Fallas de mercado	40
2.2 Externalidades negativas sobre la función de utilidad	44
2.3 Teoría de juegos y decisiones ambientales	53
2.3.1 Juegos no cooperativos	54
2.3.2 Juego ambiental no-cooperativo con análisis de externalidades y bienes públicos	58
2.4 Límites y posibles soluciones	61

III Críticas al paradigma neoclásico	65
3.1 ¿Existen anomalías en el paradigma neoclásico?	65
3.2 Críticas metodológicas a la teoría neoclásica	67
3.2.1 Replicas a la crítica metodológica	70
3.3 Racionalidad económica	72
3.4 Ética, economía y medio ambiente	75
Conclusiones	78
Bibliografía	81

Introducción

La sociedad contemporánea enfrenta un problema sin precedentes en la historia de la humanidad; la crisis ambiental que afecta el equilibrio de los ecosistemas y con ello el funcionamiento tanto del sistema económico de producción, así como de la misma supervivencia humana por fenómenos como el cambio climático, los elevados niveles de contaminación, el agotamiento de recursos renovables y no renovables, la pérdida de la biodiversidad, entre otros. Desde un punto de vista social los problemas se manifiestan por el control y exclusividad de uso de los recursos naturales, la sobrepoblación concentrada en zonas urbanas, el aumento de emisiones contaminantes, el asentamiento habitacional en zonas de riesgo y la inequidad en la distribución de recursos.

Estos últimos problemas mencionados, que son de índole social son estudiados desde la economía. Dada la gravedad de los problemas y la falta de soluciones ofrecidas desde la misma teoría económica, se ha puesto en duda la capacidad de la teoría neoclásica, la cual es el paradigma dominante en la ciencia económica, señalándola como una ciencia en crisis (Ropke 2004; Fazio 2012). Una crisis dentro de una disciplina científica surge cuando las herramientas tanto técnicas como conceptuales con las que cuenta una disciplina no son capaces de resolver un problema al que éstas se intentan aplicar; dado que la filosofía de la ciencia ha demostrado que una teoría mantiene sus modelos de aplicación exitosos como un elemento pragmático de la teoría, el cual la mantiene vigente a pesar de encontrar anomalías en su funcionamiento (Pérez Ransanz).

El primer capítulo está dedicado, por un lado a una explicación de tipo histórica de

la evolución de la ciencia económica desde sus inicios, la evolución de sus problemas, el refinamiento de sus métodos y, posteriormente, cómo surge una teoría capaz de estandarizar el estudio de la economía desde modelos de aplicación con alto grado de certeza, la cual es la teoría neoclásica, misma que actualmente continúa vigente en el desarrollo de sus diferentes ramas de estudio. Por otro lado, se realiza la descripción de dicho paradigma desde la filosofía de la ciencia para lo cual se recurre a la metodología de la metateoría estructuralista, a fin de modelar la estructura formal de la teoría neoclásica. Solamente de esta forma se podrá afirmar si ciertamente existe una crisis en la ciencia económica.

El segundo capítulo asume el funcionamiento de la teoría como dominante debido al éxito de la aplicación de sus modelos. Ahí, se prueban los supuestos de la teoría neoclásica respecto a las anomalías ambientales; para ello se describe el modelo que responde a dichos problemas desde las implicaciones neoclásicas, particularmente desde la teoría de la elección racional, el cual está contenido en la rama de la economía ambiental y la economía del bienestar. En esta etapa se recurre a la metodología de la teoría de juegos, a fin de mostrar los resultados que alcanza en la práctica la racionalidad individual en la toma de decisiones, particularmente las decisiones que generarán bienestar socio-ambiental.

El análisis en el segundo capítulo permite la apertura a la discusión sobre diferentes posturas de racionalidad; atendiendo a ello, el tercer y último capítulo es una serie de críticas puntuales a la metodología, supuestos y entorno del paradigma neoclásico, además de cómo estas críticas son respondidas desde dentro de la misma teoría neoclásica, la filosofía de la ciencia y la economía política, dejando abierto el diálogo sobre las posibles soluciones que emergen desde esta base disciplinar compleja.

Capítulo I

Ciencia económica y filosofía de la ciencia

1.1. Ciencia económica moderna

Desde los primeros asentamientos humanos se ha buscado la manera más conveniente de administrar de los recursos. Al evolucionar a una sociedad más compleja, surgió la propiedad privada y más adelante el uso del dinero, es decir, que en cualquier forma de sociedad ha existido, ya sea de manera muy primitiva o más desarrollada, una forma de sistema económico; sin embargo, no fue hasta la época de la Modernidad y en especial bajo la influencia del movimiento científico ilustrado que tuvo lugar en Europa Occidental entre los siglos XVII-XVIII, que se definió a la economía como una disciplina científica autónoma (Naredo 2003).

Uno de los principales rasgos del periodo de la Ilustración es el surgimiento y uso del concepto de método científico moderno. El método científico es un conjunto de características y procesos que ayudan a distinguir al conocimiento científico del no científico; entre estas distinciones se encuentra la acumulación de conocimiento empírico, es decir, incrementar el conocimiento que ha sido comprobado a través de la experimentación. Dicha experimentación, no puede obedecer únicamente a la casualidad, sino que responde a diversas relaciones

causales; de modo que el conocimiento científico debe ser por completo racional (Habermas 1998).

El conocimiento racional, por lo tanto, se apoya para la obtención de resultados más claros y neutros del análisis de la lógica y la matemática. Durante la Ilustración, la disciplina que alcanzó mayores avances dentro de su acervo de conocimientos empíricos, fue la física. La física newtoniana (mecánica clásica), se estableció como el modelo a seguir por las demás disciplinas científicas.

Incluso en las ciencias sociales se mantuvo la tendencia de imitar el modelo de la física como ciencia por excelencia (Habermas 1998; Piaget, Lazarfeld, & Mackenzie 1973). La ciencia económica se adaptó de la mejor manera a esta racionalidad mecanicista propuesta por el método científico:

La ciencia económica no escapa al acontecer del mundo moderno en el que la racionalidad se despliega a sus anchas en el seno de determinadas ramas del conocimiento científico (Naredo 2003: 7).

El método científico tiene además una base ideológica que se remonta al concepto de progreso. Progreso en el sentido moderno, expresado principalmente por el mecanicismo cartesiano y el empirismo de Bacon (Morin 2008). Conforme se institucionaliza el progreso científico y técnico en las sociedades, ambos tipos de progreso transforman las instituciones mismas al mostrarse la imprecisión de los mitos y cosmovisiones antiguas en la explicación de los fenómenos, lo que le otorga a las nuevas instituciones científico-técnicas la capacidad de orientar la acción y la tradición cultural en su conjunto, capacidad que poseían los primeros mitos; de esto depende la racionalidad de la acción social (Habermas 1986). De ahí la relevancia de estudiar la ciencia social bajo las formas del método científico.

La influencia de la idea de progreso se ve reflejada en la consolidación de la fe en la tecnología. Que, en particular dentro de la ciencia económica, fomenta la creencia en la perfecta sustitución de la naturaleza, por el capital y la producción humana (Naredo 2003):¹

¹Idea que se refleja en el pensamiento de algunos pensadores como Schumpeter, quien sostenía que el

Se considera que cualquier tipo de escasez de un recurso natural o materia prima, puede ser sustituido perfectamente por otro, esto, generado por la aplicación técnica:

Se promulgó la fe en el poder de la tecnología, estableciéndose la creencia en la perfecta sustituibilidad de la tierra por el capital (Naredo 2003: 16).

Este proceso consolidó a la economía clásica como una disciplina científica, derivando en diversas corrientes como se conocen hoy en día, como la economía clásica, el marginalismo o el marxismo en sus diferentes ramas de aplicación. En la actualidad, las acciones de los sistemas económicos influyen en gran parte de las interacciones sociales, así como comportamientos individuales; donde en definitiva el objeto de estudio de la teoría económica,² -el comportamiento de los agentes económicos- afecta los intereses directos e inmediatos de los individuos (Barceló 1992).

La primera escuela que lleva el uso del método científico al conocimiento económico es la teoría clásica. Se plantea explicar tanto la teoría clásica, así como los elementos que permitieron el posterior establecimiento de la teoría económica neoclásica y cómo esta funciona desde los postulados de la filosofía de la ciencia como un paradigma dominante.

1.2. La teoría clásica

A lo largo de la historia las tendencias en la investigación de la ciencia económica claramente corresponden a cada época: Fisiócratas y clásicos intentaron comprender la naturaleza y causas de la revolución industrial que se producía ante ellos. Concluyendo que alcanzar crecimiento económico está basado en la producción, y ésta depende de la innovación tecnológica que se aplique para mejorarla, modificando sus procesos y factores de producción (Barber 1980; Blaug 2001). Donde dicha innovación podría sustituir cualquier elemento natural que no impidiera continuar la producción y el crecimiento.

²El comportamiento económico del ser humano, el cual tiene lugar dentro del mercado, es el objeto de estudio desde la perspectiva la neoclásica, que es el enfoque que domina la ciencia económica actual (Beker 2002).

niveles más altos de productividad era el camino para alcanzar el progreso; explicando dicha productividad, por ejemplo, para Adam Smith, por la división del trabajo y la extensión del mercado (Blaug 2001). De igual forma, Ricardo notó que los beneficios del progreso se distribuían de forma desigual y que existían obstáculos para avanzar en el futuro, como la degradación de la tierra y la disminución de la renta. Marx por ejemplo, incluyó en su crítica a la visión ricardiana, el hecho que la actividad económica está íntimamente ligada a conflictos de interés (Schmidt 2011; Barceló 1992).

La economía clásica surge como una continuación de las investigaciones previas respecto a los métodos de producción y repartición de la riqueza: los mercantilistas ingleses y los fisiócratas (en Francia), les heredan a los autores clásicos una tendencia a estudiar el crecimiento económico. La mayoría de dichos economistas clásicos consideraron el orden económico como análogo al universo físico descrito por la mecánica newtoniana. La cuestión central de la escuela clásica por lo tanto, es el análisis del crecimiento económico a largo plazo (Barber 1980).

Para Adam Smith, si bien vivió en propia experiencia la revolución industrial, siguiendo la postura fisiócrata afirma que la agricultura y no la industria manufacturera era la principal fuente de riqueza de la Gran Bretaña. Defendía que los intereses de los terratenientes están siempre conectados a los intereses sociales, mientras que la tasa de ganancia de los comerciantes y fabricantes son antisociales: dado que el beneficio es únicamente la acumulación de la riqueza (Blaug 2001).

El interés por estudiar la economía a través de su relación con la tierra continuó para otros autores clásicos como Malthus y Ricardo. Malthus dedujo que la lucha entre el crecimiento de la población humana y la producción de alimentos sería perpetua. En algún punto, la población humana no podría exceder los límites establecidos por las disponibilidades de víveres. En la práctica se formula: si todos los factores de producción menos uno se mantienen constantes, los incrementos en el producto obtenible por la adición de unidades sucesivas del

factor variable disminuirán a partir de cierto punto.³ Así para Malthus, la oferta de la tierra no sólo estaba limitada por la cantidad producida sino por la calidad del factor tierra, que también es desigual. Conforme aumenta la población, incrementa la demanda de alimentos y se eleva su precio; el cultivo se extenderá a superficies menos fértiles, o se intensificará en tierras ya roturadas; en cualquier caso los costos medios de producción subirán, porque el esfuerzo requerido de producción por unidad subirá también (Barber 1980).

David Ricardo, contemporáneo a Malthus, formuló una avanzada simplificación del sistema económico, explicó a la ciencia económica como un conjunto sintético de todas las actividades económicas, que pretendía reducir con el fin de poder estar sujetas a leyes universales. El caso de la agricultura como mayor sistema productivo es un ejemplo, en el cual la tierra era un sinónimo para referirse a los recursos naturales; en donde las leyes para la producción eran aplicables a la siembra, ganadería o pesquerías (Barber 1980).

En el centro del sistema ricardiano se encuentra la noción de que el crecimiento económico debe terminar tarde o temprano debido a la escasez de los recursos naturales (Blaug 2001: 109).

El análisis de la renta de Ricardo es otra crítica al igual que Malthus a la idea de una tierra con recursos ilimitados:

La renta se diferencia del beneficio del capital, como la remuneración de un factor productivo indestructible, no renovable. Afirma que la renta se debe a la «mezquindad» de la naturaleza, es decir, a la escasez de la tierra, y no a la «generosidad» de la naturaleza (como planteaban los fisiócratas). En otras palabras, la renta obedece a la productividad física de la tierra. Si la tierra no fuese físicamente productiva, capaz de producir un excedente sobre las necesidades de mantenimiento de los productores, no habría ninguna renta por dicho valor de uso. Sin embargo, si la tierra no fuese también escasa en relación con la demanda, la productividad física no generaría una productividad de valor de uso (Blaug 2001).

³Concepto de rendimientos decrecientes (Barber 1980).

Una vez que la ciencia desechó las bases naturales de los fisiócratas (donde se demostró, por ejemplo, que los minerales no podían renovarse naturalmente dentro de la tierra), y que la población continuaría aumentando, lo que significaba que la producción y el consumo no podían ser continuos a menos que la tierra creciera, tuvo que aceptarse que el crecimiento económico irremediablemente tendría que llegar en algún punto de la historia a un estado estacionario (Naredo 2006).

John Stuart Mill, compila los estudios clásicos desde Adam Smith incorporando el estudio del estado estacionario de la economía, y los análisis de la renta y de la tierra expuestos por Malthus y Ricardo.⁴ En opinión de Mill, el estado estacionario de crecimiento no era necesariamente negativo para la sociedad: podía incluso interpretarse el estado estacionario de capital y riqueza como una mejora; pues se manifestaba en total desacuerdo con un estilo de vida en permanente competencia, siempre persiguiendo la acumulación de lujos, cuya condición hacía que el hombre peleara y arremetiera mutuamente para conseguir sus objetivos individuales, como ocurre en la vida social capitalista. Estos comportamientos los identifica como los síntomas más desagradables del progreso industrial (Barber 1980).

Si bien el hilo conductor entre los economistas clásicos es el análisis del crecimiento económico, éste siempre está mediado por el factor de la tierra, entendido como el conjunto de los recursos naturales. El inicio de la ciencia económica, no marca un alejamiento de las condiciones físicas ante las actividades económicas. Existe incluso el reconocimiento de los límites físicos que plantea el crecimiento del capital, frente a la tierra como factor de producción.

⁴Mill era un defensor de la teoría malthusiana de la población, pero difiere por una creencia optimista muy alejada a Malthus; la capacidad de la clase trabajadora para practicar la limitación familiar voluntaria (Blaug 2001).

1.3. La economía neoclásica

La teoría neoclásica inicia como una crítica que pretende superar las limitaciones metodológicas de las escuelas clásicas y marxistas. Por ejemplo, la réplica a Malthus: que sostiene que el crecimiento de la población estuvo acompañado de un crecimiento tecnológico, lo cual incrementó los salarios y la esperanza de vida de las personas, así como un incremento en el comercio, en especial en el comercio internacional. La discusión que plantea Malthus entre la población y el salario real, se considera injustificado; depositando plena confianza en los nuevos alcances de la tecnología agraria y en el aumento de la industria (Barber 1980).

El discurso económico se envolvió de optimismo, superando las limitaciones clásicas; afirmando que el progreso tecnológico resolvería las tensiones sociales en lugar de agravarlas:

La idea que tanto la tierra como el trabajo podían ser sustituibles por el capital permitió cerrar el razonamiento económico del mundo físico, al considerar el capital como el factor limitativo último para la producción de riqueza, expresable en términos monetarios (Naredo 2006: 8).

La teoría neoclásica de la producción se enfoca en dos cuestiones principales: el modo en que cada productor combina los factores de producción; y, el ajuste que una empresa realiza si se alteran las condiciones del mercado (Barber 1980).

La economía neoclásica se dedicó a analizar el comportamiento económico, a partir de las unidades que realizan la toma de decisiones económicas: individuos, economías familiares, empresas e industrias. Así como en modelar la forma en que las elecciones de los agentes económicos se presentan como un proceso ordenado. Para estos análisis, el sistema de mercado es un instrumento integrador en el que los recursos disponibles en la economía pueden asignarse a sus diferentes usos socialmente benéficos (Barber 1980):

Debía tomarse en cuenta el hecho de que los acontecimientos económicos no podían ser estudiados bajo condiciones experimentalmente controladas. Sin embargo, se podía simular una situación ideal a través de la formulación de modelos

abstractos del comportamiento de la economía, en los que se prescindiera de las fricciones y el desorden del mundo real (Barber 1980: 158).

Este tipo de modelos facilitó la incorporación del análisis matemático con la finalidad de dar mayor orden y rigor lógico a los estudios económicos, la coherencia analítica que esto consiguió, permitió la universalización de los estudios económicos a través del lenguaje matemático (Barber 1980), característicos de los análisis económicos, especialmente en los modelos utilizados en la teoría neoclásica.

Dicha homogeneización se logra entendiendo los componentes universales que dirigen el comportamiento económico desde el estudio de la teoría neoclásica: necesidades humanas; existencia de recursos escasos.⁵ ; posibilidad de elección alternativa del destino de los recursos, respecto a la satisfacción de las necesidades humanas; y, por último, la elección eficiente o frugal respecto de dicha destinación de recursos. Ciertamente, cualquier agente puede tener necesidades, pero si no hay escasez, no tiene por qué economizar, es decir, hacer un uso eficiente de los recursos (García de la Sienna 1998).

Una definición informal del quehacer de la economía neoclásica sería la siguiente: el objeto central de la investigación es el mercado, conformado éste desde el punto de vista institucional por individuos, mismos que entran en el escenario del mercado ya sea como consumidores o productores; la explicación de su conducta se apoya en el supuesto de que los individuos tratan de maximizar sus propias satisfacciones comportándose racionalmente (Dopfer 1978).

Desde el estudio de la filosofía de la ciencia, la teoría neoclásica ha alcanzado un grado de madurez tal, que se puede denominar bajo el término de paradigma; esto, de acuerdo a los elementos que componen un paradigma: un cuerpo de conocimiento previo, acompañado de un conjunto de hipótesis específicas, una problemática, un objetivo, y una metodología

⁵El concepto de recursos escasos, es relativo a ciertos fines, pues no existen recursos escasos en sí mismos, solamente respecto de algún propósito. Los fines también pueden tener conflictos entre sí, en el sentido que alcanzar algún fin, puede perjudicar el alcanzar otro. Cuando los recursos disponibles para un agente son suficientes para alcanzar todos sus fines, no hay problema de escasez, pero tampoco hay un comportamiento económico (García de la Sienna 1998).

(Bunge 1999). Estos elementos hacen a la teoría que los posee dominante frente a otras teorías menos complejas dentro de una misma disciplina. Más adelante se realiza el ejercicio de una reconstrucción de la estructura formal tanto del concepto de paradigma, así como de la propia teoría neoclásica, con la finalidad de analizar a detalle tanto sus componentes teóricos como el funcionamiento de la teoría.

1.4. Filosofía de la ciencia contemporánea

Si bien la ciencia se enfoca en el estudio y resolución de problemas concretos, el quehacer científico y la misma elaboración de teorías resultan en diversos cuestionamientos de tipo filosófico; cuestiones que no necesariamente son del interés de las disciplinas científicas pero que están íntimamente relacionadas con su alcance, aplicación y credibilidad, entonces, podría decirse que mientras la ciencia investiga el mundo, la filosofía de la ciencia estudia la ciencia misma, por lo que puede denominarse como una disciplina meta-científica (Rivadulla 2004).

A principios del siglo XX, tiene lugar la conformación de grupos de estudio filosóficos sobre las ciencias exactas; su objetivo, era el de eliminar toda concepción metafísica dentro de las teorías científicas, apelando a una construcción empírica de las explicaciones de los fenómenos de la naturaleza por medio del análisis y la crítica de los resultados de las ciencias especializadas, en otras palabras, buscaban una explicación científica del mundo (Rivadulla 2004; Perez Ransanz 1999). De esta tendencia de cómo estudiar la ciencia, surgen dos grandes corrientes: el empirismo lógico y racionalismo crítico.

El primero, representado especialmente por el llamado círculo de Viena, un grupo formado por filósofos y científicos que representaban y promovían los ideales del empirismo lógico y que alcanzó gran reconocimiento en los campos de la ciencia y la filosofía de su época, quienes sostenían la idea de que la tarea de la filosofía debía consistir en la clarificación de los problemas y enunciados de la filosofía tradicional, a fin de desenmascarar algunos de ellos como problemas secundarios, así como transformar a otros en cuestiones empíricas,

susceptibles al juicio de la ciencia experimental con el fin de construir teorías puras con una base empírica⁶. Mientras que el racionalismo crítico difundido principalmente por Karl Popper, defendía la idea de someter las teorías a una prueba de refutación empírica, que justifique su confirmación como teoría científica, es decir, marcar la línea divisoria entre los enunciados o sistemas de enunciados de las ciencias empíricas y todos los demás enunciados, ya sean estos de carácter religioso, metafísico o simplemente no científico (Popper 1991); lo que el mismo Popper denominada como el problema de la demarcación. Ambas posturas aunque opuestas y claramente siendo la segunda una crítica de la primera, se desarrollaron compartiendo un objetivo básico: extraer lo esencial del método científico y justificar la confianza en él (Pérez Ransanz 1999).

El programa empirista de la filosofía de la ciencia en sentido amplio consiste en la tarea de mostrar de qué modo pueden interpretarse los términos teóricos por medio de los términos del lenguaje observacional, los únicos que se suponen plenamente comprensibles (Stegmüller 1983: 21).

Esta visión del método científico como una depuración del conocimiento racional, crea una tendencia a cuantificar el conocimiento, en el cual, rigor científico depende del rigor de sus mediciones; además de dividir o reducir la complejidad de los fenómenos para clasificar y

⁶Bajo una visión de la ciencia desde el empirismo lógico, una teoría científica se ve como una serie de enunciados lógicos, que contiene ocho elementos: El léxico de la de teoría, que contiene un número finito de predicados que expresan los conceptos fundamentales de la teoría; el conjunto de enunciados, definiciones utilizados de forma usual; el subconjunto de predicado, donde sus componentes son tomados como axiomas de la teoría, éstos pueden ser formalizaciones de postulados, principios y leyes que caracterizan a la teoría; el conjunto de predicados observacionales; el conjunto de predicados teóricos, que refieren a entidades putativas inaccesibles a la observación; una relación derivación: si existe un conjunto de fórmulas en el lenguaje de una teoría, y existe una fórmula de este lenguaje, significa que dicha fórmula es derivable del conjunto de fórmulas del lenguaje de la teoría; la deducción cerrada de los axiomas; y un subconjunto de enunciados observacionales verificados por científicos, hasta el tiempo en que se revela la teoría (Balzer, Moulines & Sneed 2011).

determinar relaciones entre las partes, estableciendo un conocimiento basado en la generación de teorías explicativas que permiten abstraer muestras empíricas de la realidad, para después buscar de un modo metodológicamente controlado la formulación de leyes universales (De Sousa Santos 2009). Fue ampliamente criticada a partir de los años sesenta, por una serie de concepciones filosóficas movidas por el interés de explicar cómo la ciencia cambia y se desarrolla a la par de las realidades sociales e históricas (Pérez Ransanz 1999). Dando cuenta de que lo que realmente importa dentro del proceso de cambio y evolución en las disciplinas científicas, es su aspecto dinámico, mismo que escapa del análisis lógico; para convertir este aspecto en un objeto de estudio adecuado hay que sustituir el método lógico por el histórico (Stegmüller, 1983).

Dicha crítica fue manifestada en diversas corrientes filosóficas encabezadas por autores como Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Wolfgang Stegmüller, entre otros, y en general fue catalogada como la “nueva filosofía de la ciencia”, la cual en su conjunto, consistía principalmente en poner en duda la existencia de un conjunto de reglas metodológicas del tipo que los filósofos ilustrados, empiristas y positivistas lógicos habían estado buscando a lo largo de la tradición científica moderna (Pérez Ransanz 1999):

La rebelión empezó hace unos doce años. Se levantó contra todos los aspectos de lo que en forma sumaria podría llamarse el análisis lógico-empirista de la filosofía de la ciencia moderna. Se atacaron instrumento, método, contenido y supuestos de la filosofía de la ciencia moderna (Stegmüller, 1983: 19).

Ya Popper anunciaba un principio de duda ante la actitud dogmática de la ciencia,⁷ planteada desde empirismo lógico de inicios de siglo, afirmando que la ciencia es tal vez la única actividad

⁷La actitud dogmática se encuentra fuertemente relacionada con la tendencia a verificar leyes y esquemas tratando de confirmarlos en la práctica, ignorando incluso las refutaciones; mientras que la actitud crítica se encuentra dispuesta a someterlos a prueba, refutarlos y de ser posible cambiarlos (Popper 1991), por lo tanto, la ciencia debe comenzar con mitos y con la crítica de mitos; no con la recolección de observaciones ni con la invención de experimentos, sino con la discusión crítica de mitos y de técnicas.

humana, en la cual los errores cometidos son criticados sistemáticamente, y que en la mayoría de los casos son corregidos con el tiempo; es por ello que se puede hablar de un progreso en la ciencia (Popper 1991). Por esta razón, los modelos de cambio científico tomaron relevancia para el estudio de la ciencia; dando cuenta, de que el quehacer científico no es una actividad indiferente a los procesos históricos, sociales y humanos en general. Bajo la creencia de que en el desarrollo científico ocurren cambios que revolucionan tanto la perspectiva teórica como las prácticas de una comunidad (Pérez Ransanz 1999).

Dentro de las corrientes que integran la mencionada “nueva filosofía de la ciencia”, destaca la propuesta historicista encabezada por Lakatos, la cual propone una reconstrucción de la historia de la ciencia, con el fin de entender su progreso racional. Dicha percepción sigue una línea popperiana basada en la refutación de las teorías, pero acompañada de un cuestionamiento histórico comparativo; es decir, que las teorías no pueden ponerse a prueba de manera aislada, ni considerando solamente momentos puntuales de su desarrollo (Pérez Ransanz 1999), por lo que toma importancia legítima recurrir al análisis del contexto histórico de cada teoría.

Otra corriente ampliamente difundida es el anarquismo metodológico de Feyerabend, quien sostiene que el problema central del cambio científico es un cambio semántico, señalando que cuando se acepta la creencia en una teoría global dentro de algún campo de investigación, sucede un cambio en los significados metafísicos de los términos observacionales de dicho campo (Pérez Ransanz 1999). Como los significados semánticos son cambiantes, no puede existir una universalidad en las teorías, no hay regla por plausible que se encuentre dentro de la epistemología científica, que no sea infringida en una ocasión u otra, dado que cualquier regla, por fundamental o necesaria que sea para la ciencia, siempre se encontrarán circunstancias donde sea pertinente ignorar dicha regla o incluso adoptar su opuesto (Feyerabend 1986); bajo este criterio, resulta evidente que la idea de un método fijo, o una teoría fija de la racionalidad, sea implausible.

El trabajo de Thomas Kuhn es probablemente el más conocido dentro de las posturas de

cambio científico; su propuesta se centra en el concepto de paradigma científico, y en cómo estos paradigmas están sujetos a cambios influidos por elementos externos, los cuales inciden incluso en la elaboración y confirmación de las teorías científicas, dando lugar a lo que el mismo Kuhn denominaría revoluciones científicas o cambios de paradigma:

Se distinguen dos tipos de desarrollo científico: el desarrollo normal y el revolucionario. El primero es el más común, se refiere a cualquier avance poco relevante que añade un elemento más al universo de conocimiento de una disciplina y como tal se integra a una metodología, la cual, a su vez conforma el conjunto del desarrollo científico o conocimiento acumulativo. Los cambios revolucionarios, por el contrario, acarrearán una problemática en sí mismos, son descubrimientos que no pueden integrarse o que no encajan en una metodología previa sobre dicho cambio; la asimilación de este tipo de conocimiento requiere una re-significación de lo que se pensaba que era y de cómo se describía previamente todo lo relacionado al descubrimiento revolucionario (Kuhn 1989).

En su obra, “La estructura de las revoluciones científicas”, Kuhn identifica el patrón general que sigue el desarrollo de las disciplinas científicas, esto a partir del establecimiento de periodos o etapas en la ciencia:

El periodo de ciencia pre-paradigmática es cuando no existe un paradigma, es decir, convergen diversas escuelas de pensamiento en una competencia por el dominio de un campo de investigación, pero sin lograr producir un cuerpo acumulativo de resultados, la primera etapa conduce a la unificación del campo bajo la dirección de un solo marco de supuestos básicos, un paradigma (Kuhn 1971).

El concepto de paradigma se maneja en dos sentidos: primero, como un logro o realización (la unificación de un cuerpo de conocimientos bajo supuestos base); y segundo, como un conjunto de compromisos compartidos, es decir, un compromiso con leyes teóricas fundamentales, con procedimientos, técnicas experimentales y criterios de evaluación (Pérez Ransanz, 1999). El consenso sobre un paradigma marca el comienzo de la siguiente etapa, el periodo de ciencia normal.

La ciencia normal es la etapa cuando sucede la especialización sobre un paradigma, el cual se erige como dominante dentro de su campo de investigación. En este periodo no se buscan novedades teóricas, sino que se trata de precisar y mejorar al máximo el alcance y la precisión, así como el potencial explicativo del enfoque teórico vigente (Kuhn 1971). La ciencia normal se caracteriza por llevar a cabo una resolución de rompecabezas, en el cual el enfoque teórico dominante se perfecciona mediante la resolución de diversos problemas surgidos en un determinado campo de investigación, aplicando los supuestos de la teoría a las diversas problemáticas, como si se tratará de completar un juego (Pérez Ransanz 1999). La ciencia normal en su constante especialización y extensión de sus aplicaciones, conduce hacia el planteamiento de anomalías que escapan a ser resueltos de forma tradicional, resistiéndose a ser resueltas con las herramientas conceptuales e instrumentales del paradigma vigente, iniciando así un periodo de crisis.

La crisis está caracterizada por poner en duda la eficacia del paradigma dominante, con la cual emerge una nueva etapa: la de ciencia extraordinaria, ésta es el ejercicio de proponer nuevas estructuras teóricas que contengan una modificación o refutación de los supuestos teóricos aceptados hasta el momento. En estos periodos proliferan las propuestas alternativas, este es un momento importante para las disciplinas científicas, ya que los científicos no abandonarán un paradigma a menos que exista otro paradigma que les permita resolver de hecho las anomalías (Pérez Ransanz 1999). Este cambio de paradigma es denominado como una revolución científica.

1.5. El estructuralismo meta-teórico y el funcionamiento de las teorías científicas

La primera concepción de paradigma propuesta por Kuhn es la de: una estructura subyacente a toda disciplina durante un periodo de ciencia normal. Fue replicada por su irremediable vaguedad; lo que llevó a que en la segunda edición de "La estructura de las revoluciones

científicas”, el mismo Kuhn intentara precisar la noción de paradigma, incluso cambiando la nomenclatura por la de matriz disciplinaria (Moulines 1978); a pesar de seguir siendo utilizado en la filosofía de la ciencia actual el término de paradigma. Esta nueva denominación responde directamente a las críticas puntuales que surgieron sobre el concepto de paradigma:

a) que el contenido del paradigma sea más una promesa de futuros éxitos que una realización palpable; b) que los paradigmas den lugar a la extraña actividad de resolución de rompecabezas; y, c) que los paradigmas sean esencialmente irrefutables por la experiencia (Moulines 1978). En otras palabras, se apelaba a la irracionalidad de la propuesta, a partir de la vaguedad del concepto central, el de paradigma.

En respuesta al inciso a), se lleva a cabo la precisión del concepto de paradigma a través de la depuración de los componentes que Kuhn consideraba esenciales para la construcción de un paradigma: generalizaciones simbólicas⁸; modelos ontológicos o heurísticos; valores metodológicos; y ejemplares modélicos de aplicación (Balzer, Moulines & Sneed 2011).

Respondiendo b), se sabe qué en la analogía del rompecabezas, del cual la base es el paradigma dominante, sea cual sea su forma, éste pretende ser terminado mediante su solución, de igual manera que en la ciencia normal los resultados se esperan predecir dentro del paradigma vigente (Kuhn 1971). Los científicos dentro del desarrollo y especialización de la ciencia normal, infringen constantemente la exigencia de una rigurosa comprobación de las teorías científicas, pues éstos, nunca cuestionan la teoría del paradigma dominante (Stegmüller 1983), cayendo en la dinámica de la analogía del juego, es decir, tratando de construir el paradigma sin cuestionarlo.

Por último, para explicar c), la visión de paradigma de Kuhn se refuerza con la inclusión de los instrumentos modelo-teóricos de Sneed, que permiten explicar el por qué una teoría no siempre se abandona ante experiencias refutadoras, sino que ésta sólo es desplazada por otra

⁸Desde el análisis sobre las meta-teorías de Sneed, hecho por Stegmüller, las generalizaciones simbólicas de Kuhn, son renombradas leyes fundamentales de lo que él llama núcleo estructural de una teoría; por otro lado, la revisión hecha por Moulines, concluye en la reformulación de las generalizaciones simbólicas de Kuhn, y las leyes fundamentales de Stegmüller, en el concepto de principios-guía (Moulines, 1978).

teoría respecto a una aplicación particular, ya que las aplicaciones exitosas que se han logrado previamente no son rechazadas; presenciando un desplazamiento revolucionario de teorías, en vez de una falsación popperiana, al menos durante la época de investigación extraordinaria (Stegmüller 1983; Kuhn 1989).

En la teoría meta-teórica de Sneed, existe una distinción entre conceptos teóricos y conceptos no-teóricos para los tipos de enunciados que conforman una teoría (Moulines 1978). Por ello, es posible sostener que desde la meta-teoría estructuralista, una teoría científica puede ser representada como una red de elementos teóricos dominados por un elemento fundamental, llamado elemento teórico base: donde todos los demás elementos teóricos en la red se tornan a ser casos especiales del elemento teórico base. Generalmente, el elemento teórico básico es la ley fundamental de la teoría, pero en realidad hay mucho más en un elemento base que una simple ley⁹ (García de la Sienna 1998).

Las consideraciones de Kuhn no se agotan en una crítica negativa, prescindiendo de observaciones polémicas ocasionales, más bien, consisten en una serie de aportaciones positivas y constructivas; que aclaran el paso de una rebelión contra la filosofía de la ciencia, en una nueva concepción de la filosofía de la ciencia (Stegmüller 1983).

De acuerdo con lo anterior, algunas, si no todas, las teorías en las ciencias empíricas pueden axiomatizarse a través de la definición de un predicado conjuntista, el cual se aplica a determinadas estructuras que satisfacen dichos axiomas (García de la Sienna 1998; Moulines 2009). La esencia de una teoría científica es un conjunto de diferentes estructuras complejas compuestas de estructuras más simples, tales son: los modelos potenciales y los modelos actuales; además de otros elementos que definen las condiciones que constriñen los componentes de cada modelo en función de los componentes de otros modelos, ya sean dentro de la misma teoría e incluso provenientes de otras teorías¹⁰. Todo esto constituye el núcleo formal de

⁹La ley fundamental contiene además de los elementos **T**-teóricos de la teoría; las características esenciales -lógico matemáticas- de las restantes leyes o leyes especiales (Posada 2009).

¹⁰Los modelos de una teoría no están ligados solamente a otros modelos de la misma teoría, sino también a los modelos de otras teorías. Dichos vínculos inter-teóricos pertenecen a la identidad de la teoría empírica

una teoría. Así mismo, se incluye un dominio pragmático no formalizable, el cual también es parte de la identidad de la teoría empírica (Moulines 2009).

En conclusión, para el estructuralismo la manera más conveniente de interpretar la esencia de las teorías científicas no es a través de un conjunto de proposiciones, sino a un conjunto de tipos diferentes de estructuras complejas, compuestas a si mismas por estructuras más simples. Las unidades más simples que constituyen una teoría son los modelos (Balzer, Moulines & Sneed 2011). De manera didáctica, se utiliza el ejemplo de la mecánica clásica para explicar el funcionamiento de las teorías científicas, y así, después explicar el funcionamiento de la teoría económica neoclásica desde su modelación formal, tomando la formalización publicada en: García de la Sienra, A. (1998). The modal laws of economics. *Philosophia Reformata*, 182-205.

Definición 1. \mathfrak{A} es un sistema de la mecánica clásica donde existen P , T , s , m , f y los siguientes axiomas se mantienen para cada $p \in P$ y $t \in T$:

1. $\mathfrak{A} = \langle P, T, s, m, f \rangle$;
2. P : es un conjunto no vacío;
3. T : es un intervalo cerrado de números reales;
4. $s: P \times T \rightarrow \mathbb{R}^3$ es una función de valor vectorial tal que $\frac{d^2s(p,t)}{dt^2}$ existe;
5. $m: P \rightarrow \mathbb{R}^+$ es una función de valor real que sólo asume valores positivos;
6. $f: P \times T \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^3$ es una función de valor vectorial tal que la serie $\sum_{i \in \mathbb{N}} f(p, t, i)$ es absolutamente convergente;
7.
$$\sum_{i \in \mathbb{N}} f(p, t, i) = m(p) \cdot \frac{d^2s}{dt^2}$$

Este sistema de axiomas revela dos grupos bien definidos de oraciones; los axiomas 1-5, simplemente caracterizan el tipo de objetos establecidos por el conjunto teórico P , T , m , s en cuestión (Moulines 2009).

y f . Así, P , puede interpretarse como un conjunto de partículas materiales, caracterizado meramente como un conjunto no vacío desde un punto de vista teórico. T está caracterizado como un intervalo de números reales, interpretados como instantes de tiempo. s es la función que asigna a cada partícula en cada instancia una posición, es decir, un punto en el espacio cartesiano tridimensional, designado con respecto a un marco de referencia inercial. m es la función de la masa, que asigna un número real positivo a cada partícula, designada según un sistema de unidades de medida. f , es finalmente, la función de fuerza; entonces, $f(p, t, i)$ es un vector tridimensional que representa la i ésima fuerza, (respecto del mismo sistema de unidades de medida referido) a que cada partícula p está sujeta al tiempo t (considerando que, en todo problema mecánico, todo, menos un número finito de términos ' $f(p, t, i)$ ' se suponen, son cero). Por otro lado, el axioma seis, es una ley de la teoría, propiamente dicha, la segunda ley de Newton.¹¹

Suponiendo que \mathbf{T} es una teoría definida por medio de la formalización estructuralista de predicados¹². La clase de todas las estructuras que satisfacen las caracterizaciones será llamada *modelos potenciales* de \mathbf{T} y son denotados como $\mathbf{M}_p(\mathbf{T})$. Dichos modelos de \mathbf{T}

¹¹El principio-guía (de acuerdo a la nomenclatura de Moulines para las generalizaciones simbólicas de Kuhn) en el ejemplo de la mecánica clásica es la segunda ley de Newton, es decir, la ecuación de la fuerza: $F = m.a$: el cambio de movimiento es directamente proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime; a pesar de que exista la controversia entre quienes la consideran como un enunciado empírico, y quienes la consideran una definición, o convención del término fuerza (Moulines 1978; Posada 2009).

¹²Para responder a las réplicas que surgieron de la visión enunciativista o tradicional de la ciencia sobre el estructuralismo, que afirman la existencia de una democracia axiológica que enuncian las leyes de las teorías científicas, es decir, que todos los enunciados formulados como leyes tienen la misma relevancia dentro de las teorías. Se tienen algunas distinciones: existen dentro de las teorías leyes más fundamentales unas que otras; dichas leyes fundamentales no son propiamente enunciados, sino esquemas de enunciados y, por lo tanto, no son verdaderos ni falsos, lo que los hace irrefutables; los enlaces dentro de las leyes no son de conceptos sino formas carentes de significación empírica; por lo que su utilidad radica en ser principios guías para la investigación y no en servir como axiomas deductivos, el cual es el caso de la ecuación de la fuerza o segunda ley de Newton (Posada 2009).

($\mathbf{M}(\mathbf{T})$) serán los modelos potenciales que, además, satisfacen los axiomas apropiados de la teoría; por lo tanto, se llega a que $\mathbf{M}(\mathbf{T}) \subseteq \mathbf{M}_{\mathbf{p}}(\mathbf{T})$.

Entre los términos primitivos de una teoría se distinguen algunos que sólo pueden determinarse si se asume que una determinada aplicación de la teoría es exitosa. Por ejemplo, en la mecánica clásica no se puede determinar la masa (o el peso) de un cuerpo sin usar un equilibrio. Pero entonces la medida real de la masa es realmente significativa (verdadera), el equilibrio se encuentra, por ejemplo, como un caso de un sistema mecánico, como una aplicación exitosa de la teoría. Los términos de este tipo pueden ser definidos como \mathbf{T} -teóricos, en otras palabras, que un término dado sea un \mathbf{T} -teórico significa que este sólo puede ser definido si las leyes fundamentales de la teoría \mathbf{T} se presuponen como sustento para ciertos casos. Pero tal vez, el hecho crucial sobre los términos teóricos es que éstos sean los factores explicativos de cualquier teoría. Por ejemplo, en la mecánica clásica masa y fuerza son los términos por medio de los cuales se explica el movimiento de los cuerpos (García de la Sienna 1998).

Haciendo algunas aclaraciones para entender los casos específicos de la aplicación de teorías, en un modelo potencial $(X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_m)$ de una teoría \mathbf{T} , se distinguen también los objetos Y_1, \dots, Y_m que son términos \mathbf{T} -teóricos, de aquellos que no lo son. Para $l \leq m$, se muestran Y_1, \dots, Y_l como los términos \mathbf{T} -no-teóricos y, de acuerdo a Y_{l+1}, \dots, Y_m serán los elementos \mathbf{T} -teóricos. Donde $l = m$ incluye todos los objetos que son \mathbf{T} -no-teóricos.

Se sigue:

$$\mathbf{M}_{\mathbf{pp}}(\mathbf{T}) = \{(X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_l) |$$

$$(X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_l, Y_{l+1}, \dots, Y_m) \in \mathbf{M}_{\mathbf{p}}(\mathbf{T})\}$$

Siendo la familia de todas las estructuras que resultan de $\mathbf{M}_{\mathbf{p}}(\mathbf{T})$, cuando sus componentes teóricos son removidos. Siendo esta la clase de los modelos parciales potenciales de la

teoría \mathbf{T} . La operación de separación, puede representarse por medio de la función:

$$r : \mathbf{M}_{\mathbf{p}}(\mathbf{T}) \rightarrow \mathbf{M}_{\mathbf{pp}}(\mathbf{T}),$$

Tal que:

$$r(X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_l, Y_{l+1}, \dots, Y_m) = (X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_l).$$

Se sigue que $r(\mathbf{M}(\mathbf{T})) \subseteq \mathbf{M}_{\mathbf{pp}}(\mathbf{T})$.

En resumen, es necesario distinguir entre dos niveles conceptual y metodológicamente diferentes en el seno de una teoría: el de los conceptos específicos de la teoría (que pueden determinarse solamente si se presupone la validez de la teoría), y los que provienen del exterior, generalmente de otras teorías subyacentes. Los primeros términos se clasifican como se demostró en \mathbf{T} -teóricos con relación a la teoría \mathbf{T} , y los segundos como \mathbf{T} -no teóricos. Los segundos constituyen una subestructura de un modelo potencial $\mathbf{M}_{\mathbf{p}}$ de \mathbf{T} . El conjunto de estas subestructuras se denomina como: conjunto de modelos parciales potenciales $\mathbf{M}_{\mathbf{pp}}$. Este conjunto constituye el marco conceptual de los datos destinados a confirmar o refutar la teoría, ya que los conceptos que los constituyen son independientes de la teoría en cuestión (Moulines 2009).

Generalmente, una teoría es aplicada sobre fenómenos concretos, en sistemas que son relativamente cerrados. Sin embargo, estas aplicaciones locales pueden guardar las formas en el espacio y el tiempo, influir entre sí, además, que ciertas propiedades de los objetos pueden permanecer iguales si se transfieren de una aplicación a otra. Esas conexiones son definidas como restricciones. Formalmente, una restricción es una familia \mathbf{C} de conjuntos de modelos potenciales que representan ciertas combinaciones aceptables entre dichos modelos. Es suficiente con señalar que una restricción \mathbf{C} para una teoría \mathbf{T} , es un subconjunto de $Po(\mathbf{M}_{\mathbf{p}}(\mathbf{T}))$ el cual tiene las siguientes propiedades:

- (1) $\mathbf{C} \neq \emptyset$; (2) $\emptyset \notin \mathbf{C}$; (3) para todo $\mathfrak{A} \in \mathbf{M}_{\mathbf{p}}$: $\{\mathfrak{A}\} \in \mathbf{C}$.

Definición 2. *Un núcleo teórico elemental (formal) \mathbf{K} , de una teoría \mathbf{T} , es una estructura de la forma $(\mathbf{M}_{\mathbf{p}}, \mathbf{M}_{\mathbf{pp}}, r, \mathbf{M}, \mathbf{C})$ tal que:*

1. $\mathbf{M}_{\mathbf{p}}$ es el conjunto de modelos potenciales de \mathbf{T} ;
2. $\mathbf{M}_{\mathbf{pp}}$ es el conjunto de modelos parciales potenciales \mathbf{T} ;
3. $r : \mathbf{M}_{\mathbf{p}} \rightarrow \mathbf{M}_{\mathbf{pp}}$ tal que:

$$r(X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_l, Y_{l+1}, \dots, Y_m) = (X_1, \dots, X_k, Y_1, \dots, Y_l);$$

4. $\mathbf{M} \subseteq \mathbf{M}_{\mathbf{p}}$;
5. \mathbf{C} es una restricción para $\mathbf{M}_{\mathbf{p}}$.

Una teoría no consiste solamente en un núcleo de elementos teóricos, también es un dominio de aplicaciones \mathbf{I} , el cual es un subconjunto pragmática e históricamente determinado de $\mathbf{M}_{\mathbf{pp}}$. Este conjunto \mathbf{I} , generalmente es tomado de la parte observacional de la teoría. Las aplicaciones de caso de \mathbf{I} , ofrecen una estructura \mathfrak{B} en \mathbf{I} . En consecuencia, se distingue la familia de estructuras de datos \mathbf{D} desde el dominio de aplicaciones de la teoría. Por lo tanto, se puede definir la unidad más fundamental que constituye una teoría científica como sigue:

Definición 3. *Una teoría elemental es un par (\mathbf{K}, \mathbf{I}) tal que \mathbf{K} es un núcleo teórico elemental e $\mathbf{I} \subseteq \mathbf{M}_{\mathbf{pp}}$.*

El contenido empírico de una teoría \mathbf{T} es la familia de todos los modelos parciales potenciales de \mathbf{T} , que pueden ser extendidos (por medio de componentes teóricos sustituibles) a modelos de \mathbf{T} cuyos componentes teóricos satisfacen la restricción \mathbf{C} .

Otras especializaciones contienen otras leyes y otros parámetros; naturalmente, una especialización de un elemento teórico se reduce al conjunto original de modelos potenciales, parciales potenciales, restricciones y aplicaciones. Esto puede definirse en los siguientes términos:

Definición 4.

Sitanto :

$$\mathbf{T} = (\mathbf{M}_p, \mathbf{M}_{pp}, r, \mathbf{M}, \mathbf{C}, \mathbf{I})$$

como:

$$\mathbf{T}' = (\mathbf{M}'_p, \mathbf{M}'_{pp}, r', \mathbf{M}', \mathbf{C}', \mathbf{I}')$$

son elementos teóricos, entonces \mathbf{T}' es una especialización de \mathbf{T} si y sólo si

1. $\mathbf{M}'_{pp} = \mathbf{M}_{pp}$;
2. $\mathbf{M}'_p = \mathbf{M}_p$;
3. $r' = r$;
4. $\mathbf{M}' \subseteq \mathbf{M}$;
5. $\mathbf{C}' \subseteq \mathbf{C}$;
6. $\mathbf{I}' \subseteq \mathbf{I}$.

Finalmente, se puede definir propiamente una teoría científica como un conjunto de elementos teóricos parcialmente ordenados por medio de relaciones de especialización, que tiene un elemento principal llamado elemento teórico base (García de la Sienna 1998).

1.6. Modelación estructuralista de la Teoría Económica Neoclásica

Siguiendo la formalización de: García de la Sienna (1998), se muestra el funcionamiento de la teoría económica neoclásica, tomando la utilidad como el factor por medio del cual se explica el comportamiento de los agentes económicos. Se hace la reconstrucción de la teoría neoclásica -como una especialización de la teoría de juegos a situaciones económicas-

por medio de la meta-teoría estructuralista, donde la estrategia de cada agente personal no puede afectar la de los otros ni los estados de naturaleza, generalmente la naturaleza se interpretará como el mercado y los estados de naturaleza como precios o combinaciones de precios y dotaciones de riqueza para cada jugador individual:

Para estudiar el aspecto económico de una situación dada, en que n individuos están tomando sus propias decisiones, la teoría neoclásica representa un espacio de posibles acciones del individuo $i \in I = \{1, \dots, n\}$ por medio de un conjunto no vacío A_i . La naturaleza o el mercado está representada por el conjunto A_0 , y la familia de todos los jugadores, de tipo personal sería $J = I \cup \{0\}$. Si $a = (a_0, a_1, \dots, a_n)$ es un sistema de posibles acciones y estados de naturaleza, un punto en $A = \prod_{j \in J} A_j$, demostrando con a_{-j} el vector $(a_0, a_1, \dots, a_{j-1}, a_{j+1}, \dots, a_n)$. Por lo tanto, se permite una notación más ligera del vector a como (a_{-j}, a_j) .

Cuando los individuos j toman decisiones para un estado de rendimiento a_{-j} , el espacio de acciones posibles para j está restringido por el conjunto de posibilidades $\varphi_j(a_{-j}, a_j) \subseteq A_j$. Entonces, el individuo j está restringido a tomar una acción dentro de dicho conjunto de posibilidades, visto en un punto $d(j, (a_{-j}, a_j)) \in \varphi_i(a_{-i}, a_i)$. Todo individuo $i \in I$, asume tener una función de utilidad u_i , definida por su propio conjunto de acciones posibles A_i . La caracterización de estos términos permite la clase de modelos potenciales de la teoría neoclásica (donde los conjuntos I , J y \mathbb{R} están dados en tiempo presente).

Definición 5.

$$\mathfrak{A} = (A_0, A_1, \dots, A_n, \varphi_1, \dots, \varphi_n, d, u_1, \dots, u_n) \in \mathbf{M}_p(\mathbf{T})$$

Si y sólo si, para todo $i \in I$ y $j \in J$:

1. A_j es un conjunto no vacío;
2. $\varphi_i : A \rightarrow A_i$ es una correspondencia no dependiente sobre la i ésima variable, entonces $\varphi_i(a_{-j}, a_j) = \varphi_i(a_{-j}, a_j')$ para todo $a_j, a_j' \in A_i$ con $j = i$;
3. $d : I \times A \rightarrow A_i$ es una función;

4. $u_i : A_i \rightarrow \mathbb{R}$ es una función.

Estas caracterizaciones también tienen un significado empírico. El significado empírico de los axiomas (1)-(4), se sigue como:

E1 *Todo individuo puede realizar una acción en el presente estado.*

E2 *Las acciones que el individuo puede realizar actualmente depende de las acciones realizadas por los otros individuos, así como el estados de naturaleza actuales.*

E3 *Todo individuo decide realizar alguna acción dado cualquier sistema de acciones de los otros agentes y estados de naturaleza.*

E4 *Todo individuo tiene una función de utilidad sobre su propio conjunto de acciones posibles.*

Las condiciones (E1)-(E4) ofrecen una guía heurística para la aplicación de la teoría neoclásica en situaciones empíricas dadas. Lo que no significa que todos los elementos definidos tengan el mismo nivel teórico. La teoría neoclásica asume que los términos A_i , φ_i y d ofrecen la parte observacional o empírica de la teoría. Mientras que la utilidad es una magnitud no observable, la cual, supone ser el factor causal en las explicaciones ofrecidas por la teoría neoclásica. De hecho, el método común de determinación de la utilidad, presupone que la ley fundamental de la teoría neoclásica ya está contenida en una situación empírica.

Por lo tanto, los modelos parciales potenciales de la teoría neoclásica son estructuras de la forma $(A_0, A_1, \dots, A_n, \varphi_1, \dots, \varphi_n, d)$. Donde, en una estructura de datos de este tipo, d es una función descriptiva (finita) del comportamiento de los individuos: para todo individuo $i \in I$, la cual se puede definir como el conjunto de acciones disponibles para cada individuo i , que busca maximizar su utilidad, dadas las acciones tomadas por los demás agentes (a_0, a_{-i}) .

Definición 6. *El conjunto de acciones óptimas para cada individuo $i \in I$ dadas las acciones a son:*

$$\mu_i(a) = \{b \in \varphi_i(a) \mid u_i(b) = \max_{c \in \varphi_i(a)} u_i(c)\}.$$

Para cualquier $a \in A$, se tiene $\mu(a) = \mu_1(a) \times \dots \times \mu_n(a)$.

La ley fundamental de la teoría neoclásica afirma que, de hecho, existe una función de utilidad u_i ($i \in I$), tal que, toda acción realizada por algún individuo maximiza su correspondiente función de utilidad. Esta ley es el núcleo mismo del elemento teórico base de la teoría neoclásica:

Definición 7.

$$\mathfrak{A} = (A_0, A_1, \dots, A_n, \varphi_1, \dots, \varphi_n, d, u_1, \dots, u_n) \in \mathbf{M}(\mathbf{T})$$

Si y sólo si

$\mathfrak{A} \in \mathbf{M}_p(\mathbf{T})$ y el siguiente axioma se sostiene para todo $i \in I$ y $a \in A$:

$$d(i, a) \in \mu_i(a) \quad (\text{Ley Fundamental})$$

Para entender el funcionamiento práctico del concepto de utilidad en la teoría neoclásica, es importante hacer una especificación del elemento teórico base: la teoría de la demanda de Walras. En esta especialización, existe solamente un conjunto de acciones A_1 , que es un conjunto de vectores no negativos que representan la cantidad de L tipos de bienes, por lo tanto, $A_1 = \mathbb{R}_+^L$ y, donde A_0 , es el conjunto de vectores positivos, incluidos en $(\mathbb{R}_+^{L+1})^\circ$ de \mathbb{R}_+^{L+1} , representando un sistema de precios y riquezas, (p, w) . Donde la factibilidad corresponde para el único individuo, φ_1 , es denotado por B y le es asignado un presupuesto dado por el conjunto $B_{p,w} = \{x \in \mathbb{R}_+^L \mid px \leq w\}$ para todo par (p, w) de precios y riqueza. Por lo que la función de elección d está denotada por $x_{p,w}$, el llamado: conjunto Walrasiano de presupuesto, y $x(p, w)$ de la función de demanda Walrasiana. Se sostiene que la teoría de la demanda Walrasiana es una especialización de la teoría económica neoclásica, como se sigue formalmente:

Definición 8.

$$((\mathbb{R}_+^{L+1})^\circ, \mathbb{R}_+^L, B, x, u) \in \mathbf{M}(\mathbf{DW})$$

Si y sólo si $\exists(A_0, A_1, \varphi_1, d, u_1) \in \mathbf{M}(\mathbf{T})$ tal que $\mathbb{R}_+^L = A_1$, $(\mathbb{R}_+^{L+1})^\circ = A_0$, $B = \varphi_1$, $x = d$, $u = u_1$, siguiendo los axiomas que sostienen:

1. $\forall(p, w) \in (\mathbb{R}_+^{L+1})^\circ: B_{p,w} = x \in \mathbb{R}_+^L \mid px \leq w$;
2. x : es diferenciable;
3. (Ley de Walras) $\forall(p, w) \in (\mathbb{R}_+^{L+1})^\circ: px(p, w) = w$;
4. (Homogeneidad de grado cero) $\forall(p, w) \in (\mathbb{R}_+^{L+1})^\circ, \forall \alpha \in \mathbb{R}_+$:

$$x(\alpha p, \alpha w) = \alpha x(p, w);$$

5. u : es una función continua, que representa una relación de preferencia de insatisfacción local y estrictamente convexa en \mathbb{R}_+^L .

La complejidad formal de la que hace uso la concepción estructuralista de la ciencia, que emplea en su mayoría instrumentos técnicos de la teoría de conjuntos y de otras ramas de las matemáticas (Stegmüller 1983), surge de reconocer los objetos de estudio, las teorías científicas y las relaciones que éstas tienen entre sí, que son en general entidades en sí mismas complejas y que si no se atiende a dicha complejidad, se puede llegar a visiones simples o vagas de la estructura de las ciencias empíricas (Moulines 2009).

Por esta razón, se hace uso de la presente definición de la teoría económica neoclásica, para mostrar cómo dichos modelos se aplican a fenómenos concretos en la búsqueda de resolución de problemas -resolución de rompecabezas- (Kuhn 1989; Pérez Ransanz 1999). En específico, la resoluciones económica a conflictos o anomalías ambientales.

Por lo anterior, se sostiene que la ciencia económica ha evolucionado hasta tal grado de consolidarse bajo la complejidad y elevada capacidad de análisis que permite la teoría

neoclásica, en un paradigma dominante capaz de llevarse a diferentes campos de aplicación a los fenómenos económicos haciendo uso del criterio de la maximización de la utilidad de los agentes, los cuales están sujetos a las restricciones que las leyes económicas que permiten precisamente un comportamiento económico en un espacio de acción delimitado por estas mismas leyes, el cual es representado por el mercado, esto desde el punto de vista formal. Además, se ha desarrollado el elemento histórico de la teoría, el cual está conformado por los modelos de aplicación de la ciencia económica.

Capítulo II

Equilibrio económico-ambiental desde una perspectiva de la teoría económica neoclásica

En el capítulo previo se mostró el modelo formal del funcionamiento de la teoría neoclásica, hecho esto, es necesario hacer algunas aclaraciones sobre su puesta en práctica, es decir, la aplicación pragmática de la teoría a fenómenos concretos –el comportamiento de los agentes económicos–.

No intenta (la economía neoclásica) escoger ciertos tipos de comportamientos, sino que centra la atención en un aspecto particular de la conducta, la forma impuesta por la influencia de la escasez. De ello se sigue, por lo tanto, que en la medida en que se presenta este aspecto cualquier tipo de comportamiento humano, se enmarca dentro del ámbito de las generalizaciones económicas (Robbins 1984: 17).

Lo cual implica que el hombre es capaz de sujetarse a sí mismo a leyes económicas; en la medida que el comportamiento humano se sujeta a dichas leyes, este muestra propiedades pertenecientes a la modalidad económica, que sostiene que el comportamiento exhibe un

aspecto económico. En otras palabras, se le llama comportamiento económico, a cualquier comportamiento dirigido por las leyes económicas (García de la Sienra 1998). Esta dinámica se encuentra dentro del concepto de maximización de preferencias, cada individuo busca mejorar su utilidad (o bienestar), a partir de la toma de decisiones que le ofrece el marco conceptual de la economía. Los problemas económicos, entonces, se convierten en problemas de decisión, los cuales son vistos desde la perspectiva de la teoría de juegos:

Un problema de decisión individual es un juego en el que uno de los jugadores es el individuo y el otro es la naturaleza. Las “estrategias puras” de la naturaleza son llamadas estados de la naturaleza, y como se había mencionado éstos son representados desde la teoría neoclásica por el mercado. Dado que el mercado no tiene preferencias, sólo se considera la utilidad de los perfiles de estrategias puras para el jugador personal: donde $u_{ij} = u(s_i, s_j)$ es la utilidad para el individuo, resultante de que el estado de la naturaleza sea s_j y la elección del agente sea s_i . El par (s_i, s_j) representa el resultado que tiene lugar si el estado de la naturaleza que prevalece es s_j y el agente elige la acción s_i (García de la Sienra, Teoría de la elección).

Cuando el individuo (decisor) se ve obligado a escoger una acción entre un conjunto de posibles cursos (conocidos) de acción, el problema de decisión se compone de los siguientes elementos: Los objetivos del decisor; los estados de la naturaleza a los que se enfrenta; los cursos de acción factibles, también llamados acciones, elecciones o decisiones; las consecuencias o resultados que provienen de la conjunción de cada acción con cada estado de la naturaleza; y el grado de incertidumbre de las consecuencias de cada acción posible (García de la Sienra, Teoría de la elección). El escenario central de la investigación es el mercado, el cual está dado desde el punto de vista institucional por individuos, quienes participan ya sea como consumidores o productores; la explicación de su conducta se apoya en el supuesto de que los individuos tratan de maximizar sus propias satisfacciones comportándose racionalmente (Dopfer 1978).

El problema económico con el que típicamente se enfrenta el individuo consiste en

hacer una mejor elección entre varias alternativas dadas. Las condiciones básicas bajo las que opera la maximización individual están exógenamente determinadas y no cambian en el modelo; las funciones de producción y utilidad son estables, y lo mismo ocurre con la distribución del ingreso y la riqueza (Dopfer 1978: 16).

El problema de la maximización de la utilidad es un juego de agentes personales, que dependen de su elección individual. Sin embargo, el objeto sobre el que versan las diversas ramas de la economía, que atienden los problemas económicos, son fenómenos que ocurren en ámbitos o niveles precisos de las formaciones sociales (Barcelo 1992). Lo que conduce a la idea de conformar un mecanismo que conlleve a un bienestar social; por lo que desde su origen la teoría económica ha sido considerada como fuente de recomendaciones para la elaboración de políticas públicas (Beker 2002). Las recomendaciones surgidas desde la teoría neoclásica rondan sobre el concepto de equilibrio.

De ahí, que uno de los modelos de aplicación de la teoría sea a través de la economía del bienestar; dicha aplicación extiende las estimaciones de la utilidad individual hacia un estado de bienestar para todos los integrantes de la economía. Cuando los economistas consideran cuestiones relativas al medio ambiente, ellos señalan los resultados del bienestar económico. Por esto, se intenta demostrar un equilibrio económico respecto a las condiciones ambientales (las cuales conciernen a todos los seres humanos), por lo que es necesario recurrir a este tipo de enfoques.

2.1. Economía del bienestar y utilidad social

La economía del bienestar es una rama de la ciencia económica que investiga la naturaleza de las recomendaciones en políticas públicas que postulan economistas en favor de un bienestar social; y los conceptos básicos a los que recurre son: eficiencia y optimalidad (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003).

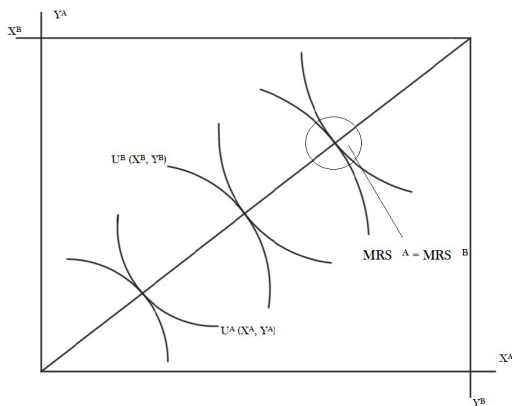
La teoría de la elección racional evalúa las políticas públicas mediante funciones de bien-

estar social: que son funciones de utilidad que pretenden agregar las funciones de utilidad individuales de los integrantes de una economía, o en todo caso, inducen funciones para estos mismos individuos (García de la Sienra, Teoría de la elección).

Bajo este enfoque, los recursos se refieren generalmente a entradas para la producción, las cuales son obtenidas directamente de los ecosistemas para usarse en la industria. Una denominación correcta del concepto sería: “recursos productivos”. Una economía puede tener acceso a cantidades particulares de recursos productivos. A su vez, los individuos poseen preferencias sobre diversos tipos bienes, los cuales es posible producirlos haciendo uso de los recursos disponibles. Una asignación de recursos describe qué bienes se producen y en qué cantidades son producidos; tales combinaciones muestran las entradas de recursos que son utilizados en la producción de bienes, y cómo las salidas de dichos bienes son distribuidas entre las personas que integran la economía (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003).

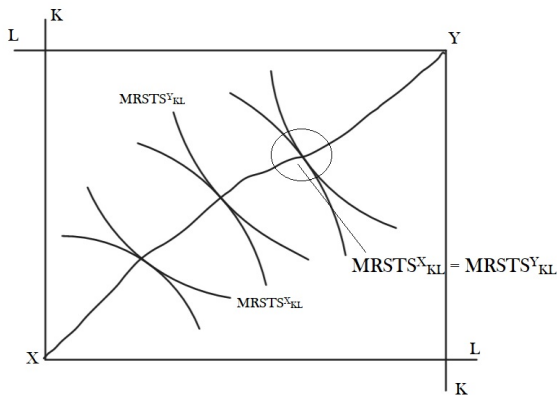
Respecto al concepto de eficiencia, se dice que una asignación de recursos es eficiente si no es posible hacer que una o más personas mejoren su situación (aumentar su utilidad) sin hacer que al menos otra persona empeore (Goolsbee, Levitt & Syverson 2013). Una asignación eficiente requiere de tres condiciones de eficiencia:

Eficiencia en consumo: se da cuando la tasa marginal de sustitución de la utilidad (MRS) de cada uno de los individuos sea igual a la del otro: $MRS^A = MRS^B$. Lo cual significa un equilibrio entre dos consumidores A, B. Gráficamente:

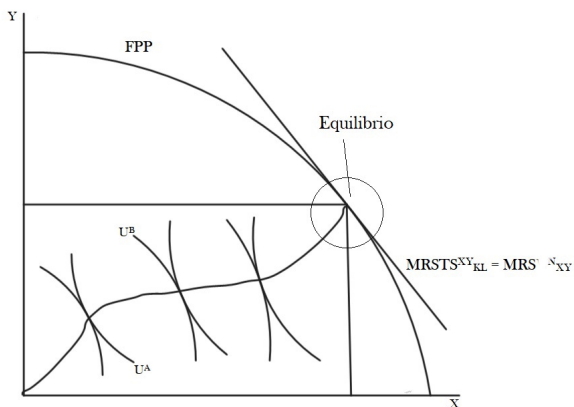


CAPÍTULO II. EQUILIBRIO ECONÓMICO-AMBIENTAL

Eficiencia en producción: suponiendo una economía que obtiene dos tipos de entradas de producción, capital (K) y trabajo (L), los cuales son utilizados para producir los bienes (X, Y). La eficiencia en la producción requiere que la tasa marginal de sustitución técnica ($MRTS$) sea la misma para la producción de ambos bienes: $MRTS_{KL}^X = MRTS_{KL}^Y$. Gráficamente:



Eficiencia mixta: es la condición final para una economía eficiente; requiere que, dado que existe igualdad entre la MRS de un individuo a otro, en el consumo de (X, Y), entonces, se pueden igualar las tasas marginales de utilidad [$MRS_{XY}^A = MRS_{XY}^B$] $\rightarrow MRS_{XY}^N$. Donde si bien, cada individuo tiene su propia curva de indiferencia (representada por su propia función de utilidad), dado que la tasa marginal de sustitución es igual, entonces, las curvas tienen la misma pendiente; así, se asume una sola curva que refiera a todos los individuos de la economía. Gráficamente:



Se puede concluir, que el punto donde la curva de indiferencia y la frontera de posibilida-

des de producción son iguales, corresponde a la eficiencia mixta, con niveles salida (K, L) , iguales para los bienes (X, Y) ; de tal manera que la utilidad del individuo representativo se maximiza según los recursos disponibles para la economía y los términos en los que éstos se pueden utilizar para producir los bienes que consume. Por último, si existe igualdad entre la tasa marginal de sustitución de utilidad y la tasa marginal de sustitución técnica, $MRS_{XY}^N = MRTS_{KL}^{XY}$, entonces, existe una asignación eficiente (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003; Binger & Hofmann 1998).

La teoría muestra qué satisfaciendo ciertas condiciones, un sistema de libre mercado puede producir asignaciones eficientes; en ese sentido, ningún individuo podría mejorar excepto que al menos una persona empeore su situación. Sin embargo, la eficiencia no necesariamente logra alcanzar equidad. La característica esencial del mercado es el intercambio voluntario; el trato voluntario se basa sobre el interés personal, lo cual no lleva a igualar la riqueza (Pindick & Rubinfeld 1998; Gravelle & Ress 2004).

Las bases formales para la economía del bienestar y sus aplicaciones al análisis de políticas públicas en economías de mercado se encuentran en dos teoremas fundamentales. Primero, que todos los agentes son maximizadores de su propia utilidad. Segundo, que se mantiene un marco de condiciones institucionales ideales que permiten el libre funcionamiento del mercado (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003).

El primer teorema afirma que un mercado de equilibrio competitivo es una asignación eficiente, el equilibrio sucede cuando no hay más intercambios voluntarios, y por lo tanto, todas las ganancias de las interacciones económicas se han agotado; así, la situación debe resultar en una forma eficiente, donde nadie puede mejorar ahorrando costos sin perjudicar a otro al mismo tiempo (Goolsbee, Levitt & Syverson 2013). El segundo, afirma que toda asignación eficiente corresponde a un mercado de equilibrio competitivo basada en una particular distribución de dotaciones iniciales; asumiendo, que la asignación eficiente realizada por un equilibrio competitivo está condicionada por la distribución de las asignaciones iniciales; las asignaciones iniciales no necesariamente son equitativas en la sociedad, a pesar de alcanzar

soluciones eficientes (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003; Moulin 2003).

La implicación de estos dos teoremas es que existen dos dimensiones del problema económico: el problema de la eficiencia y el problema de la equidad (Moulin 2003). La sociedad puede por medio del gobierno, tener una visión equitativa y alcanzarlo por medio del sistema de redistribución de costos mediante impuestos y pagos de cuotas, y así, permitir a los mercados alcanzar una asignación eficiente dada dicha redistribución de dotaciones después de aplicar los impuestos y hacer la transferencia correspondiente.

Estos teoremas se mantienen solamente en condiciones ideales. Cuando las condiciones no son completamente satisfechas, como sucede en cualquiera de las economías actuales, se requiere también de una intervención de los gobiernos.

Por otro lado, Amartya Sen encuentra un problema en partir de funciones de utilidad individuales dadas en la construcción de una función de utilidad social, el cual es agregar dichas funciones para obtener una función de bienestar social; donde se recurre a un enfoque de abajo hacia arriba. Mientras que, en el caso inverso, de partir de una función de bienestar social e inducir desde ésta las demás funciones de utilidad individual, se recurre a un enfoque de arriba hacia abajo. En ambos casos se está considerando como exclusivamente relevante para la toma de decisiones el bienestar de las personas (Sen 1987). El problema básico con el establecimiento de un bienestar social es la insuficiente profundidad del criterio de satisfacción de deseos al juzgar el bienestar de una persona (Sen 1987). El bienestar no es lo único valioso y la utilidad no representa adecuadamente el bienestar.

Las condiciones ideales del funcionamiento de la economía del bienestar son ideales, en el sentido de que éstas no describen alguna economía actual. Las economías de mercado actuales parten de circunstancias y formas variadas; las asignaciones que producen normalmente no son eficientes. Dichas inconsistencias permiten identificar fallas en el funcionamiento del mercado (Goolsbee, Levitt & Syverson 2013; Gravelle & Ress 2004).

2.1.1. Fallas de mercado

Las fallas de mercado son situaciones en las cuales las circunstancias reales se apartan del ideal y devienen en salidas ineficientes, por ello es necesario recomendar políticas correctivas (Gravelle & Ress 2004). Mucho del contenido de la economía ambiental está en este tipo de economía del bienestar; especialmente, en lo concerniente con identificar y corregir las fallas del mercado en relación con los servicios que el medio ambiente provee a la economía.

Existen dos tipos de fallas de mercado que se relacionan directamente con los servicios ambientales, y que generan precisamente problemas de tipo económico, estos son: los bienes públicos y las externalidades. Los tipos de bienes se pueden definir a partir de dos características principales: rivalidad y exclusividad. Los bienes privados exhiben ambas propiedades. Los bienes públicos no contienen ninguna de las dos. Los recursos de acceso abierto tienen rivalidad, pero no exclusividad. Los recursos congestionables, presentan exclusividad, pero no rivalidad (límite en el espacio utilizado, cupo) (Pindick & Rubinfeld 1998).

El hecho de que los bienes públicos no sean rivales, es decir, que a cualquier nivel de producción el costo marginal de suministrarlo es de cero; ni tampoco excluyentes, que no es posible excluir a nadie de su consumo. Genera que el uso de estos bienes quede excluido de las estimaciones económicas, permitiendo la existencia principalmente del problema del “consumidor gratuito”¹. El problema del consumidor gratuito se presenta cuando uno o más individuos consumen un bien (o servicio) público, sin pagar por él, generando un estado de ineficiencia (Binger & Hofmann 1998).

Este problema emula la paradoja planteada por Garret Hardin sobre “La tragedia de los comunes” (Hardin 1968). A partir del cual, se han estudiado cada vez más minuciosamente estrategias expliquen las interacciones entre las personas (ciudadanos, vecinos, productores, etcétera.) que convivan en áreas y bienes de uso común.

Dicho artículo advierte que cuando dos (o más consumidores) tienen acceso a un bien

¹The free-rider problem.

de uso común, éste llegará a ser insuficiente para todas las partes, pues cada uno intentará sacar la mayor ventaja sobre el mismo bien, sin reparar en su mantenimiento o regeneración, usándolo cada quien para beneficio de sí mismo sucesivamente hasta agotarlo (Hardin 1968). Bajo esta situación “inevitable”, la teoría económica propone que haya un interventor externo que obligue al consumidor a pagar por su consumo; un organismo regulador que gestione el uso eficiente del bien en cuestión, a partir del establecimiento de cuotas de pago o impuestos por uso, e incluso multas o sanciones por exceder el consumo. Dicho organismo naturalmente tiende a ser el gobierno, mediante la concesión o privatización del bien con la finalidad de que su uso se regule. Donde las salidas más recurrentes son el establecimiento de derechos propiedad, los cuales ofrecen la posibilidad de alcanzar la eficiencia mediante la negociación de los propietarios, cuando es el caso de bienes privatizables (Mass-Colell, Whinston & Green 1995). Más adelante se expone detalladamente el funcionamiento de este tipo de salidas ².

Por esta es la razón, los bienes públicos más caros y de amplio alcance, tales como la defensa nacional, los bienes de «estado de derecho» (por ejemplo, los sistemas judiciales, los servicios de policía) y la infraestructura nacional de transporte, no son privatizables, por lo que se deben pagar a través de la tributación (Binger & Hofmann 1998; Goolsbee, Levitt &

²Si bien el trabajo de Hardin logró homogenizar una tendencia para este tipo de estudios, especialmente en la economía y el derecho, existen otro tipo de interacciones con los bienes y áreas de uso común que argumentan a favor de la participación de los consumidores como gestores y operadores del bien o área en común. Este tipo de acciones suceden especialmente en grupos o comunidades pequeñas que comparten un cierto grado de arraigo y sentido de pertenencia hacia su entorno; en su gran mayoría estas comunidades pertenecen a etnias regionales, o a grupos indígenas, nativos de la comunidad y que muchas veces comparten una ideología o creencias propias que les permiten tener estilos de vida, comportamientos y hábitos muy específicos (Poteete, Janssen & Ostrom 2012). Lo cierto, es que a partir de tales escenarios tan particulares no es posible generalizar una manera de eficientizar el manejo de los bienes públicos, por lo cual resultan ejemplos de caso muy aislados y específicos. Incluso los protocolos de intervención para la conservación biocultural propuestos por la UNEP son claros en decir que sus recomendaciones están sujetas a la interpretación y aceptación de cada grupo al que se le presente un proyecto de intervención (Arbell, Jonas, Laseen, Bavikatte & von Braun 2009). Por lo cual, este tipo de posturas se encuentran fuera del análisis de la investigación.

Syverson 2013).

Las externalidades son otro tipo de fallas de mercado, definidas por la teoría económica como: los efectos de la producción y el consumo que no se reflejan directamente en el mercado. Éstas pueden surgir entre productores, entre consumidores, o entre ambos. Pueden ser de dos tipos: negativas, cuando la acción de una de las partes en una transacción económica impone costos a la otra; o de tipo positivas, cuando la acción de una de las partes beneficia a la otra (Pindick & Rubinfeld 1998).

Las externalidades generan ineficiencias tanto a corto como a largo plazo. Cuando hay externalidades negativas del productor sobre el consumidor (la sociedad), el costo privado medio de la producción de un bien $X(C_X)$ es menor al costo social medio que le representa a la sociedad la producción de $X(CS_X)$. La ineficiencia de la condición $C_X < CS_X$ permite que algunas empresas continúen funcionando aun cuando lo más eficiente es abandonarlas; fomentando una producción ineficiente, mediante la permanencia de más empresas dentro de la industria. En el caso de las externalidades de consumidor a consumidor, sucede cuando la utilidad marginal de un individuo A , obtenida por su propio consumo de bienes X^A, Y^A , está siendo afectada no sólo por sus propias decisiones de consumo, sino también por el consumo de un individuo externo B : $U^A(X^A, Y^A, X^B)$.

Bajo la misma lógica de la afectación de la utilidad, se pueden modelar diferentes tipos de externalidades según se produzcan; para el caso de dos personas (A, B), que consumen dos bienes privados (XY), los cuales se producen a partir de dos entradas de recursos productivos (K, L):

Origen	Afectando	Función de utilidad/producción
Consumidor	Consumidor	$U^A(X^A, Y^A, X^B)$
Consumidor	Productor	$X(K^X, L^X, Y^A)$
Consumidor	Consumidor y productor	$U^A(X^A, Y^A, X^B)$; y $Y(K^Y, L^Y, X^B)$
Productor	Consumidor	$U^A(X^A, Y^A, X)$
Productor	Productor	$X(K^X, L^X, Y)$
Productor	Consumidor y productor	$U^A(X^A, Y^A, Y)$; y $X(K^X, L^X, Y)$

Clasificación de externalidades (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003).

Dado que los bienes públicos también pueden ser entendidos como externalidades de consumo negativo (Binger & Hofmann 1998). Se hace la explicación detallada del funcionamiento de las externalidades y las propuestas teóricas para su resolución formal, hacia la búsqueda del equilibrio.

2.2. Externalidades negativas sobre la función de utilidad

Asumiendo los supuestos expuestos por los teoremas del bienestar; primero, que un equilibrio competitivo es necesariamente un óptimo de Pareto; y segundo, que bajo hipótesis de convexidad adecuadas, cualquier asignación óptima puede ser alcanzada como una asignación competitiva después de una redistribución apropiada de la suma global de la riqueza. Las posibilidades de intervención de mejora del bienestar en el mercado se limitan estrictamente a la realización de transferencias de riqueza para lograr fines distributivos (Mass-Colell, Whinston & Green 1995). Es posible modelar la forma en que funcionan las externalidades dentro de una economía de mercado, vistas como afectaciones directas en la función utilidad de los agentes económicos.

Para ello se sigue la metodología planteada en: Mass-Colell, A., Whinston, M., & Green, J. (1995). *Microeconomics Theory*. New York: Oxford University Press. Suponiendo el caso para: Dos consumidores, definidos por $i = 1, 2$, quienes constituyen una pequeña parte de la economía general. Considerando que las acciones de los consumidores no afectan los precios (p), de los (L) bienes intercambiados en (RL) que son L número reales (R) de bienes en el mercado, a los precios establecidos (p), y que los consumidores (i) poseen una riqueza (w_i). Donde, en contraste con el modelo competitivo estándar, se asume que cada consumidor tiene preferencias no solamente sobre su consumo de (L) bienes (x_{1i}, \dots, x_{Li}), sino también sobre las acciones $h \in \mathbb{R}$ realizadas por el consumidor 1. Por lo tanto, las diferentes funciones de utilidad de los consumidores (i), se toma de $u_i(x_{1i}, \dots, x_{Li}, h)$, y asumiendo que:

$$u_i(x_{1i}, \dots, x_{Li}, h) \Rightarrow \frac{\partial u_2}{\partial h}(x_{12}, x_{L2}, h) \neq 0$$

Ya que, las elecciones h del consumidor 1, afectan el bienestar del consumidor 2: U_2 , ge-

nerándole una externalidad. entonces, es conveniente definir para cada consumidor (i) una función de utilidad respecto del nivel de h , asumiendo el consumo óptimo de productos básicos disponibles para el consumidor (i), al nivel de precios dados $p \in \mathbb{R}^L$, y una riqueza w_i , es decir, la función indirecta de utilidad, la cual ofrece la máxima utilidad posible dadas las condiciones del mercado:

$$\begin{aligned} v_i(p, h, w_i) &= \max_{x_i \leq 0} u_i(x_i, h) \\ \text{s.a.} & \quad [(p \cdot x_i) \leq w_i] \end{aligned}$$

Dada la construcción función indirecta de la utilidad de i : (v_i), está en función de los precios p , riqueza w_i , y las acciones h del consumidor 1 (la externalidad); por cuestiones prácticas, se le da una forma cuasilineal a la función, respecto de x_{-i} , que es el consumo de i , menos el bien 1. sustituyendo la función indirecta de utilidad v_i por ϕ :

$$u_i(x_i, h) = g_i(x_{1-i}, (p, h)) + x_{1-i}$$

Donde: x_{1-i} , es el consumo de i , que no incluye al bien 1;

\Rightarrow La demanda Walrasiana (DW), para $L - 1$ bienes, es independiente de w_i :

$$\Rightarrow v - i(p, w_i, h) = g_i(x_{1-i}, (p, h), h) - p \cdot x_{1-i}(p, h);$$

$$\Rightarrow \phi_i(p, h) = g_i(x_{1-i}, (p, h), h) - p \cdot x_{1-i}(p, h).$$

Puesto que los precios p de los L bienes se asumen como inafectados por cualquier cam-

bio considerado, se permite suprimir el vector de precios p y simplificar:

$$\begin{aligned} \phi_i(h) \mid \phi(\cdot) \\ \Rightarrow \phi''(\cdot) < 0 \end{aligned}$$

En términos de esta interpretación del consumidor, todo lo que se hace aquí se aplica igualmente bien al caso en que los dos agentes sean empresas (o una empresa y un consumidor). En este sentido, se considera una empresa j que tiene una función de beneficio: $\Pi_j(p, h)$, suprimiendo también el vector de precios, dado que éstos no son afectados, la función de beneficio se expresa: $\Pi_j(h)$.

Para mostrar la no optimalidad competitiva. Se supone una situación de equilibrio competitivo en el cual los precios de los bienes corresponden a p ; cada uno de los dos consumidores maximiza su utilidad limitada solamente por su nivel de riqueza y el valor del precio de los bienes. Por lo tanto, se tiene para el caso en que el consumidor 1 elige su nivel de $h \geq 0$ para maximizar $\phi_1(h)$. Por lo tanto, el nivel de equilibrio de $h : h^*$ satisface necesaria y suficientemente la condición de primer orden:

$$\phi'_1(h^*) \leq 0; \text{ con igualdad si } h^* > 0$$

$$\Rightarrow \phi'_1(h^*) = 0, \text{ dentro de una solución interior.}$$

En contraste con una asignación óptima de Pareto, el nivel óptimo de $h : h^\circ$ debe maximizar el superávit conjunto de los dos consumidores, resolviendo:

$$\max_{h \geq 0} \phi_1(h) + \phi_2(h);$$

Para h° :

$$\phi'_1(h^\circ) \leq -\phi'_2(h^\circ) \mid h^\circ > 0.$$

\Rightarrow En un Óptimo de Pareto:

$\phi'_1(h^\circ) = -\phi'_2(h^\circ)$ | La Externalidad $\phi'_2(h) \neq 0$ para todo h .

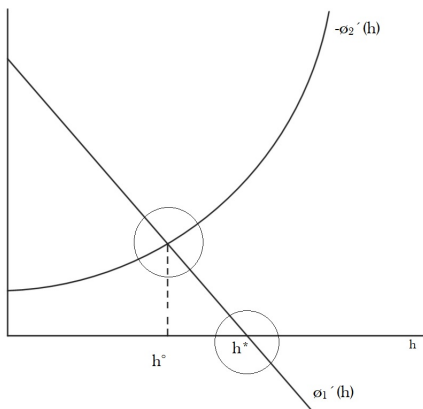
El nivel de equilibrio de h no es óptimo salvo que se cumpla: $h^\circ = h^* = 0$. Por ejemplo, en el caso en que se tienen dos soluciones interiores, donde: $h^*, h^\circ \gg 0$:

Suponiendo que

$\phi'_2(\cdot) < 0 \Rightarrow h = \text{Costo Externo (CE)}$.

$\Rightarrow \phi'_1(h^\circ) = -\phi'_2(h^\circ) > 0$.

Dado que $\phi'_2(\cdot)$ resulta decreciente, $\phi'_1(h^*) = 0$, implica: $h^* > h^\circ$, cuando $\phi'_2(\cdot) > 0$, entonces, $h =$ al beneficio de una externalidad positiva (*BE*). Entonces, teniendo la igualdad $\phi'_1(h^\circ) = \phi'_2 < 0$, se obtiene: $h^* > h^\circ$. Gráficamente, el funcionamiento de las efectos externos se representan:



Donde es posible representar la solución para el caso en que h constituye un efecto externo *CE*. Se observa que el nivel de equilibrio competitivo de la externalidad h^* ocurre en el punto donde la gráfica de $\phi'_1(\cdot)$ cruza el eje horizontal. En contraste, el nivel óptimo de la externalidad h° corresponde al punto de intersección entre las dos funciones.

La optimalidad no implica la completa eliminación de una externalidad negativa. Por el contrario, el nivel de externalidad se ajusta al punto en que el beneficio marginal del consumidor 1 obtenido por una unidad adicional de la actividad generadora de externalidad h : $\phi'_1(h^\circ)$; equivale al costo marginal que la misma unidad adicional significa para el consumidor 2: $-\phi'_2(h^\circ)$.

A partir de la identificación de la ineficiencia del mercado competitivo generada por la presencia de una externalidad, se consideran tres posibles soluciones al problema: primero, implementación de cuotas e impuestos sobre la generación de la externalidad; segundo, subsidios o compensaciones por reducción de la externalidad; y tercero, la ejecución de los derechos de propiedad (Mass-Colell, Whinston & Green 1995).

Para la estimación de un impuesto se debe recurrir a ciertas condiciones: se supone que h genera una externalidad tal que $h^\circ < h^*$. Los impuestos son el tipo de intervención del gobierno más directa para alcanzar la eficiencia, funciona a través de controlar directamente el nivel de las actividades que generan la externalidad. El gobierno puede simplemente disponer que el nivel generado de h no pueda ser mayor que nivel establecido por h° . Con esta restricción, el consumidor 1 puede adecuar el nivel de la externalidad hasta aproximarse lo más cercano a h° .

Una segunda opción para el gobierno es la de intentar restaurar el óptimo mediante la imposición de un impuesto sobre la actividad h que genera la externalidad. La solución es conocida como impuesto pigoviano, después de (Pigou 1932). Este efecto, supone que el consumidor 1 estará obligado a pagar un impuesto de t_h por cada unidad adicional de h que genere. La aplicación de este impuesto funciona de la siguiente manera:

$$t_h = -\phi'_2(h^\circ) > 0.$$

Una vez implementando el nivel óptimo de la externalidad h° , el consumidor 1 puede elegir

el nivel de h que resulte:

$$\max_{h \geq 0} \phi_1(h) - t_h h;$$

Con la restricción de primer orden:

$$\phi_1'(h) \leq t_h;$$

Con la igualdad:

$$h > 0;$$

Dado:

$$t_h = -\phi_2'(h^\circ), h = h^\circ;$$

Considerando que h° está definida por la condición:

$$\phi_1'(h^\circ) = t_h,$$

Con igualdad:

$$h^\circ > 0.$$

Además, dado que $\phi_1''(\cdot) < 0$, h° debe ser la única solución para la maximización de t_h . Se advierte que la restauración óptima alcanzada por el impuesto es exactamente igual a la externalidad marginal de la solución óptima. Que es exactamente igual a la cantidad que el consumidor 2 puede estar dispuesto a pagar para reducir ligeramente el nivel de h . Entonces, cuando se enfrenta a este impuesto, el consumidor 1 es efectivamente llevado a cabo un cálculo de costo-beneficio individual, el cual internaliza el costo de la externalidad que se impone al consumidor 2.

A propósito de la segunda estrategia de solución, los principios establecidos para el caso de una externalidad positiva son exactamente los mismos, únicamente ahora el conjunto t_h toma la forma de un subsidio por unidad, es decir, el consumidor 1 recibe un pago por cada

unidad de externalidad generada:

$$t_h = \phi'_2(h^\circ) < 0.$$

El enfoque de la aplicación de impuestos puede alcanzar el óptimo ya sea por impuestos sobre la externalidad o a través de un subsidio o compensación por la reducción de la misma. Por ejemplo, se supone el pago de un subsidio del gobierno S :

$$S_h = \phi'_2(h^\circ) > 0.$$

La aplicación sería que por cada unidad h , que el consumidor 1 elija reducir para continuar por debajo del nivel de equilibrio competitivo h^* . Si es así, entonces el consumidor 1 maximizará:

$$\phi_1(h) + S_h(h^* - h) = \phi_1(h) - t_h h + t_h h^*.$$

Demostrando la equivalencia del impuesto t_h por unidad sobre h , combinado con la suma global del pago de $t_h h^*$. Por lo tanto, el subsidio por la reducción de las externalidades combinadas con al suma global de pagos, puede ser exactamente una réplica de la salida mediante la aplicación de impuestos.

La tercera solución propuesta es la de ejecutar los derechos de propiedad mediante la negociación, que tiene como objeto resolver las fallas del mercado con una menor intervención del gobierno, propiamente busca asegurar que las condiciones institucionales ideales se cumplan para todas las partes y alcancen un óptimo por ellos mismos acordando un nivel de externalidad ³ se supone que existe una ejecución estable de los derechos de propiedad con

³Recordando la denominación del problema de los bienes de propiedad común como un tipo de externalidad negativa en el consumo (Binger & Hofmann 1998), este es el tipo de soluciones que se alcanzan desde la

respecto a la actividad que genera la externalidad. Se dice, por ejemplo, que se le asignan derechos sobre una externalidad libre de tipo ambiental al consumidor 2. Por lo que el consumidor 1 es incapaz de participar de la actividad que produce la externalidad sin el permiso del consumidor 2.

Una negociación entre las partes toma la forma en que el consumidor 2 conmina al consumidor 1 a aceptar o abandonar su oferta, demandando un pago T a cambio de otorgar el permiso de genera la externalidad a un nivel h . El consumidor 1 estará de acuerdo con esta demanda si y sólo si éste se encontrará en una situación por lo menos igual de favorable como lo estaría rechazándolo, es decir, si y sólo si:

$$\begin{aligned} & \max_{h \geq 0, T} \phi_2(h) + T; \\ & \text{s.a.} \quad \phi_1(h) - T \geq \phi_1(0). \end{aligned}$$

Con la restricción vincula a una solución del problema:

$$T\phi_1(h) - \phi_1(0).$$

Por lo tanto, la oferta óptima del consumidor 2 que incluye el nivel de h que resuelve:

$$\max_{h \geq 0} \phi_2(h) + \phi_1(h) - \phi_1(0).$$

Donde precisamente h° , es el nivel óptimo social.

La asignación precisa de los derechos de propiedad entre los dos consumidores es innecesaria para alcanzar la optimalidad. Se supone, por ejemplo, que el consumidor 1 tiene en su lugar asignado para generar la externalidad tanto como él lo quiera. Cuando se presenta la ausencia de algún acuerdo, el consumidor 1 generará la externalidad al nivel h^* . En este caso el consumidor 2 necesita ofrecer $T < 0$, es decir, pagar al consumidor 1, para conseguir $h < h^*$. En particular, consumidor 1 estará de acuerdo con el nivel h de la externalidad, si y sólo si:

teoría económica, y que permiten mediante el establecimiento de acuerdos de negociación, soluciones de salida eficientes.

$$\phi_1(h) - T \geq \phi_1(h^*).$$

En consecuencia, el consumidor 2, ofrecerá una oferta h al nivel que resuelva:

$$\max_{h \geq 0} (\phi_2(h) + \phi_1(h) - \phi_1(h^*)). \quad (2.1)$$

La asignación de derechos afecta solamente la riqueza final de los dos consumidores, al alertar el pago hecho por el consumidor 1 al consumidor 2. En el primer caso, el consumidor 1 paga:

$$\phi_1(h^\circ) - \phi_1(0) > 0.$$

Mientras que para alcanzar $h^\circ > 0$. En el segundo, el paga:

$$\phi_1(h^\circ) - \phi_1(h^*) < 0.$$

A cambio de recibir $h^\circ < h^*$.

Estos son casos que se conocen a partir del teorema de Coase: Si una externalidad comercial puede ocurrir, entonces se negociará para llegar a una salida eficiente sin importar como estén asignados los derechos de propiedad (Coase 1960).

La existencia tanto del bienestar definido y la ejecución de los derechos de propiedad son necesarios para que ocurra este tipo de negociación. Si los derechos de propiedad no se encuentran definidos, pueden por ejemplo, confundir las ganancias que el consumidor 1 sobre los permisos para generar la externalidad que ofrece el consumidor 2. Si los derechos de propiedad no son ejecutados, entonces, el consumidor 1 puede no tener la necesidad de comprar los derechos para participar de la actividad que genera la externalidad que ofrece el

consumidor 2. Por esta razón, las propuestas de este tipo de enfoque se enfocan en la ausencia de esas instituciones legales como un impedimento central para alcanzar la optimalidad (Mass-Colell, Whinston & Green 1995).

Como conclusión se observa que los agentes económicos tienden a incurrir en externalidades, dado que no existen incentivos suficientes para considerar los costos externos que se le imponen a otros agentes en el momento de realizar la toma de decisiones, ya sean decisiones de producción u otra acción económica. Dada la falta de recompensa o castigo -que dentro de un sistema de mercado pueden señalarse mediante pagos monetarios- un agente no toma en cuenta el efecto producido. Este comportamiento se define como un elemento no intencional, externo a su toma de decisiones: cuando se trata de un efecto positivo, el beneficio obtenido no será un motivo suficiente para influenciar su decisión de continuar con dicha acción benéfica; cuando el efecto es dañino, el castigo no será suficientemente desalentador para influir en su toma decisión, por lo que el agente continuará haciendo su acción dañina (Perman, Ma, McGilvray & Common 2003; Pindick & Rubinfeld 1998).

Dada esta situación es que es posible abordar el problema desde el análisis de la teoría de juegos, modelando la toma de decisión de los agentes económicos respecto a tomar actitudes de consumo amigables con el medio ambiente.

2.3. Teoría de juegos y decisiones ambientales

Con el objetivo de modelar un equilibrio económico-ambiental, éste sólo se lograría alcanzar recurriendo al análisis de la toma decisión de los agentes económicos, la cual es expuesta adecuadamente desde la teoría de juegos.

La noción de sustentabilidad ambiental enfatiza el soporte vital de los sistemas ambientales, sin los cuales ni la producción (económica) ni la humanidad podrían existir. Este soporte vital incluye la atmósfera, el agua y el suelo; todos estos requieren estar saludables para que la capacidad de sus servicios ambientales se mantenga. Por lo tanto, la sustentabilidad

ambiental puede ser representada por un conjunto de restricciones de regulación sobre las principales actividades que regulan la escala del subsistema económico humano respecto al físico-ecológico (Cafri & Schiliro 2012).

Propiamente, la teoría de juegos es una herramienta para el análisis de la interacción entre agentes racionales, la formulación de hipótesis sobre su comportamiento y la predicción de resultados de cada interacción. Desde este punto, es muy conveniente para el análisis de problemas ambientales y para la definición de la aplicación (enforcing) de acuerdos ambientales que están fundados en la cooperación (Cioni 2006). En este marco se presenta la posibilidad de dos tipos de juegos cooperativos y no-cooperativos, dado que las anomalías económicas respecto a términos ambientales que generan fallas de mercados o desequilibrios, se presentan principalmente en la forma de efectos externos y como el problema del consumidor gratuito, dicha forma se apega a la modelación de juegos no-cooperativos, por lo que se hace uso de dicha herramienta para el análisis económico-ambiental.

2.3.1. Juegos no cooperativos

La ley fundamental de la teoría de juegos es que cada jugador actúa de modo racional, en el sentido de que maximiza su utilidad esperada reaccionando a cualquier perfil de los demás jugadores; para explicarla, se recurre a los conceptos de utilidad esperada, estrategias y equilibrio.

Toda suma finita no-cero, de un juego no-cooperativo de forma normal tiene al menos un equilibrio de $n - tuple$ (secuencia ordenada) de estrategias puras o mixtas, las cuales corresponden a la decisión de realizar alguna acción, tomada con el único fin de maximizar la utilidad esperada mediante un solo tiro en el juego, es decir, una sola toma de decisión. Una vez definida la dinámica de la teoría, se puede introducir el teorema de Nash: Todo juego en forma estratégica tiene un equilibrio en estrategias mixtas (Nash, 1950). Dicho equilibrio se alcanza cuando todos los jugadores han hecho uso de sus estrategias y alcanzado un nivel de utilidad en el que nadie puede empeorar o mejorar su situación.

La forma de los juegos no-cooperativos permite describir las estrategias interdependientes entre n jugadores, cada una siendo caracterizada al menos por: un conjunto de estrategias puras S_i ; y una función de utilidad esperada (Cioni 2006):

$$u_i \rightarrow \mathbb{R}$$

con

$$S = x_{i=1}^n S_i$$

Los ejemplos de juegos no cooperativos, se dan bajo el seguimiento de los siguientes supuestos simplificados:

1. Se tienen solamente dos jugadores;
2. Cada jugador tiene un finito, real y limitado conjunto de estrategias;
3. Los jugadores eligen sus estrategias simultáneamente;
4. A menos que indique lo contrario, los juegos son de un solo tiro.

Así, el ejemplo más básico de un juego no-cooperativo sería de la forma del dilema del prisionero, que debe su nombre por el siguiente escenario:

Dado para dos personas, con estrategias (S_1, S_2) una cooperativa y otra no-cooperativa respectivamente. Se suponen dos prisioneros, quienes son de hecho culpables de un delito grave, ambos están resguardados en celdas separadas. Contemplando su futuro, cada uno de ellos percibe dos estrategias: (S_1) , no admitir el crimen; y (S_2) , confesar todo. El fiscal encuentra una oportunidad para hacerlos confesar, implementando los siguientes incentivos: primero, si ninguno de los prisioneros confiesa, el castigo será de 10 años de cárcel para los dos; segundo, con una única confesión, y si solamente un prisionero muestra evidencia, entonces se tienen 8 años de cárcel para el que coopere y 20 años de cárcel para el que no coopere; por último, si ambos confiesan, entonces ambos reciben una sentencia de 15 años de cárcel

(Ordeshook 2003), el resultado es que ambos prisioneros eligen la estrategia no cooperativa (S_2), que es la sentencia de equilibrio más severa que ambos pueden recibir equitativamente; ya que prefieren no cooperar, para no arriesgarse a tener un castigo mayor de uno solo de ellos confiese y obtenga el peor castigo.

P1/P2	P2.(S₁)	P2.(S₂)
P,1(S₁)	(-10, -10)	(-20, -8)
P,1(S₂)	(-8, -20)	(-15, -15)

Dilema del prisionero para dos personas (Ordeshook 2003).

Las características del juego pueden ser sumadas como sigue:

1. Cada jugador tiene una estrategia dominante;
2. Si cada persona usa su estrategia dominante, entonces la salida final será un óptimo de Pareto inferior, en que ambos pueden encontrar una mejor salida unánimemente preferible;
3. Que sus estrategias son dominantes significa que incluso si los jugadores pueden comunicarse entre ellos de antemano y acordar evitar el resultado de Pareto inferior, si no pueden de alguna manera hacer un acuerdo vinculante, entonces cada persona en última instancia será afectado por ella.

El funcionamiento del juego, donde ambos prisioneros tienen una estrategia dominante S_2 . Independientemente de lo que el otro prisionero haga, en la que el rendimiento es una salida que ambos prisioneros prefieren alcanzar, es la menos favorable, se puede explicar formalmente:

1. Cada jugador puede cooperar para una mejor salida de ambos (estrategia c), o no cooperar (estrategia nc);
2. Cada jugador gana un beneficio $B = 3$ por cooperar;
3. El costo por cooperar, es igual en $C = 4$ para ambos jugadores.

El beneficio disfrutado es igual en $(2)(B) = 6$ y es mayor que el costo por cooperar y por lo tanto, su implementación es socialmente eficiente. Si cada jugador decide cooperar solo, eso puede incurrir en una pérdida igual para $B - C = -1$. Si ambos jugadores cooperan, ambos alcanzan una ganancia igual para $B - C/2 = 1$ donde si ninguno de los dos coopera, entonces, ninguno obtienen ni una ganancia ni una pérdida (Cioni 2006). El resultado se puede ver teniendo la siguiente estructura de preferencias para ambos jugadores:

$$1. (nc, c) \succ A(c, c) \succ A(nc, nc) \succ A(c, nc);$$

$$2. (c, nc) \succ B(c, c) \succ B(nc, nc) \succ B(nc, c).$$

Desde esta estructura resalta que el único equilibrio es la estrategia ofrecida en (nc, nc) donde los pagos son $(0, 0)$, que también es menor que donde ambos pueden obtener un beneficio si los dos jugadores cooperaran $(1, 1)$. Inspeccionando la tabla del dilema del prisionero, es fácil de ver que si un jugador puede implementar el proyecto por sí mismo, el otro puede solamente beneficiarse sin ningún costo, incurriendo en el comportamiento del free-rider. La mismo es cierto siempre si los dos jugadores pueden acordar cooperar antes de iniciar el juego (c, c) ; de esta forma ambos jugadores obtendrían un alto beneficio común. Si, después de firmar un acuerdo cooperativo, A está seguro que B cumplirá con el, A tendrá fuertes incentivos para desviar sus acciones a (nc) y ganar 3 en lugar de sólo 1. Lo mismo se sostiene para B . En este caso, un comportamiento de free-rider (por jugar (nc)) de uno de los jugadores puede ser previsto como el mejor incentivo para un movimiento no-cooperativo idéntico del otro (Cioni 2006).

A/B	B(c)	B(nc)
A(c)	$(B - C/2, B - C/2)$	$(B - C, B)$
A(nc)	$(B, B - C)$	$(0, 0)$

Dilema del prisionero forma general (Cioni 2006).

En esta situación, desde el juego de un solo movimiento, no hay forma para que los dos

jugadores cooperen y alcancen la solución socialmente óptima (es decir, la que ofrece (c, c)). La falta de incentivos, o la incertidumbre a una mayor pérdida hacen que los jugadores prefieran una salida de Pareto inferior, la misma situación sucede con el comportamiento amigable con el medio ambiente.

2.3.2. Juego ambiental no-cooperativo con análisis de externalidades y bienes públicos

Se considera una reinterpretación del juego del prisionero que, a manera de ejemplo, se modela un caso de juego ambiental sobre el control de la contaminación del aire en: Ordeshook (2003). A partir de las afectación en las funciones de utilidad, según la forma de las externalidades; donde las estrategias se reinterpretan ahora como (S_1) estrategia cooperativa: el pago de una cuota que se reflejaría en la regeneración de bosques, donde precisamente la parcialidad de bosque regenerado sería el bien público Y ⁴; y una estrategia no cooperativa (S_2) : no pagar la cuota. Se suponen dos individuos: A, B ; con funciones de utilidad dadas respecto del consumo de dos bienes X, Y , donde el aire disponible en las condiciones actuales de contaminación sería el bien X (considerando que con una mayor cantidad de bosques, uno de los servicios ambientales que este ofrece es la posibilidad de tener un aire más limpio), que a su vez también es un bien público.

A/B	B(S ₁)	B(S ₂)
A(S ₁)	$[U^A(X^A, (Y^A + Y^B)), U^B(X^B, (Y^B + Y^A))]$	$[U^A(X^A, Y^A), U^B(X^B, Y^A)]$
A(S ₂)	$[U^A(X^A, Y^B), U^B(X^B, Y^B)]$	$[U^A(X^A, 0), U^B(X^B, 0)]$

Dilema del prisionero: contaminación de aire con externalidades consumidor-consumidor.

⁴Sobre el consumo de este tipo de bienes, como el aire puro, bosques, playas, etcétera, se han identificado los servicios ambientales, como las amenidades recreativas o contemplativas, los beneficios a la salud que éstos representan, e incluso su valor estético; mismos servicios por los cuales si bien no es sencillo tasar un precio por su disfrute, se les reconoce como un bien de consumo (Meadows, Meadows, Randers & Behrens 2005).

Las diferentes salidas muestran que el hecho de recurrir a la estrategia no-cooperativa afecta indirectamente la utilidad del otro: pues el hecho de no pagar su respectiva cuota de regeneración de bosques por parte un jugador, reduce la cantidad total de bosque Y que el otro podría consumir, condicionándolo a consumir una porción necesariamente menor de Y de la que podría consumir si ambos pagaran, únicamente la porción regenerada por su propio pago, considerando que $Y^A + Y^B = Y^*$, y por lo tanto, $Y^* > (Y^A), (Y^B)$. Donde la utilidad del consumidor es mayor cuando está en función de $(Y^A + Y^B)$:

$$U^A(X^A, (Y^A + Y^B)) > U^A(X^A, Y^A) > U^A(X^A, 0)$$

$$U^B(X^B, (Y^B + Y^A)) > U^B(X^B, Y^B) > U^B(X^B, 0)$$

Por otro lado, elegir la estrategia cooperativa representa claramente una externalidad positiva, afectando directamente la utilidad del otro por aumentar su consumo del bien público Y , generando específicamente un problema de free-rider, ya que la estrategia S_2 significa siempre aumentar aunque sea una pequeña porción del bien Y , disponible para el consumo de ambos individuos -como un bien público- conservando cada quien su consumo del bien X constante. Finalmente, que ambos individuos tomen la estrategia no-cooperativa (S_2), lleva a un salida de pago en la que ambos jugadores no tienen acceso al consumo del bien público Y , el cual se podría ver como agotado para la sociedad de dos individuos. La estructura de preferencias vista anteriormente para juegos no-cooperativos (Cioni, 2006), haría pensar que, dado que hablamos de una externalidad positiva sobre bienes públicos, ambos jugadores se verían incentivados a no pagar, esperando que el otro jugador lo hiciera por ellos, permitiendo un consumo gratuito de la porción de bosque regenerada por el pago del otro jugador, evidenciando un problema de free-rider.

Es posible llevar el análisis a instancias de n-jugadores, manteniendo las mismas circuns-

tancias que llevan a la forma del problema del free-rider sobre todos los individuos de una sociedad excepto un individuo i . Para el caso se supone una sociedad S , con n número de personas; por lo que se representa a todos excepto el individuo i como S_{n-i} , donde se busca la maximizar la función de bienestar social BS :

i/S_{n-i}	$S_{n-i}(S_1)$	$S_{n-i}(S_2)$
$i(S_1)$	$[U_i(X_i, Y^*), BS(X_{n-i}, Y^*)]$	$[U_i(X_i, Y_i), BS(X_{n-i}, Y_i)]$
$i(S_2)$	$[U_i(X_i, Y_{n-i}), BS(X_{n-i}, Y_{n-i})]$	$[U_i(X_i, 0), BS(X_{n-i}, 0)]$

Dilema del prisionero n jugadores: externalidades de free-rider.

Comparando los pagos de cada columna, cuando se presenta (S_1, S_1) se encuentra el óptimo social, donde todos los integrantes de la economía cooperan sumando una función de bienestar social, en este caso con propósitos ambientalistas; por otro lado, cuando i adopta (S_2) y la sociedad (S_1) , es el clásico problema de free-rider, donde el total del pago de Y disponible para todos, está siendo asumido por la sociedad, mientras que i continúa maximizando su utilidad en función del consumo tanto de X_i como de Y_{n-i} .

El juego revela que independientemente de la estrategia que cualquier persona escoja, (S_2) es la estrategia dominante para i . Dado que el juego es simétrico, este argumento sostiene que (S_2) es la estrategia dominante para todas las personas. A pesar de saber que si alguien escoge (S_2) y recibe pagos de 0, y por lo tanto, todos se encontrarán en peor situación que si todos ellos tomaran una actitud cooperativa (Ordeshook 2003), en este caso amigable con el ambiente. Además, con todos pagando sus cuotas, cada persona maximizaría su utilidad en función de consumir X_i y Y^* , el cual es considerablemente mejor que recibir $Y = 0$, como sucede cuando todos eligen (S_2) , recordando qué:

$$Y^* = \Sigma Y_n > Y_i$$

Podría pensarse que sabiendo lo anterior, y en este caso particular, que las consecuencias

sean perder el total de bosques en un sociedad llevaría a los individuos a actuar de forma cooperativa para alcanzar el óptimo de bienestar social. Sin embargo, si n es muy grande, pensar en estrategias cooperativas puede ser especialmente difícil, ya que la tarea sería coordinar las acciones voluntarias de todas las personas, y alcanzar un tipo de coordinación se requiere de liderazgo y alguna mínima forma de organización, la cual está fuera de este modelo (Ordeshook 2003).

2.4. Límites y posibles soluciones

Ya que el juego señala que diferentes problemas ambientales pueden abordarse desde el análisis de las externalidades, las posibles soluciones evocan a las mismas instancias que la internalización de efectos externos: la estimación de impuestos o subsidios, y la regulación de los derechos de propiedad (Mass-Colell, Whinston & Green 1995). Aunque dicha solución no se presenta como una tarea sencilla. Pues una de las principales limitaciones es que a menos que la sociedad o sus líderes puedan aplicar sanciones de algún tipo, pues es común que cada miembro que contribuye inicialmente a algún acuerdo voluntario, al mismo tiempo, comparte un incentivo para desertar unilateralmente (Ordeshook 2003).

La dificultad para resolver este problema viene de la cantidad de personas que deben llegar a un acuerdo en la sociedad, donde todos deberían ser incentivados por un beneficio al realizar tal o cual acción. Hume ya notaba la dificultad en esto en el Tratado de la naturaleza humana:

Es muy difícil, y de hecho imposible, que un millar de personas puedan llegar a un acuerdo en algún tipo de acción: siendo difícil para ellos diseñar tan complicado, y todavía más difícil ejecutarlo; mientras cada quien busca un pretexto para librarse a sí mismo del problema y del gasto, para poner toda la carga sobre los otros (Hume 1748: 382).

Por último, si bien se señala que los acuerdos para grupos numerosos de personas no se

alcanzan, pero si se podría alcanzar un acuerdo entre juegos de pocos participantes, por ejemplo, el caso de un juego que modele las estrategias de elección para un acuerdo internacional bilateral entre dos países; recordando que el juego competitivo entre dos jugadores bajo el análisis de las externalidades si bien, no se resuelve por la falta de incentivos, la solución para dichas externalidades desde la teoría microeconómica, es la de recurrir al establecimiento de los derechos de propiedad y en forma más general a la intervención del gobierno como organismo regulador con la facultad de hacer valer su autoridad, como sucede con el establecimiento de cuotas o subsidios (Mass-Colell, Whinston & Green 1995). En el caso de los acuerdos internacionales, el limitante principal se resume a la falta de un organismo de autoridad con la suficiente capacidad de forzar a ambos países a asumir estrategias cooperativas (Cioni 2006). Especificando dicho problema, en muchos casos los jugadores, vistos como países vinculados a algún acuerdo internacional, no pueden firmar contratos vinculantes y las razones pueden ser las siguientes:

1. Las estrategias de los jugadores son inobservables al mediador o al ejecutor legal de los contratos (si es que éste existe);
2. No hay maneras efectivas de castigar a los jugadores que infrinjan un contrato ya sea porque los castigos disponibles son inadecuados o porque es muy difícil detectar cualquier violación, como es el caso de los bienes comunes ofrecidos por los servicios ambientales;
3. Las estrategias de algunos de los actores implican la violación derechos inalienables (como la soberanía, la seguridad alimentaria y similares) (Myerson 1991).

La acción colectiva para resolver el dilema del prisionero, entonces, requiere más que cooperación y acuerdos de buena fe. Este dilema puede encontrar su solución solamente si existiera un medio para alcanzar y aplicar apropiadamente los acuerdos en todos los niveles. Los filósofos del contrato social como Hobbes y Locke, ya veían una condición similar en la que la falta de cualquier autoridad privaría a la sociedad del orden, lo cual tendría como consecuencia un

estado de guerra, en el que el hombre en su estado natural actuaría por sus propios medios fomentando la violencia, la inseguridad, el robo y la muerte para hacerse de los medios básicos de subsistencia, excluyendo de la vida social las artes, la industria, el estudio, y demás situaciones deseables que asegura un estado de orden, donde el gobierno permite salvaguardar la integridad de los individuos (Ordeshook 2003).

Con el análisis presentado sobre el posible equilibrio económico-ambiental desde la aplicación de la teoría económica neoclásica, se puede concluir que dicho equilibrio, si bien no es inalcanzable, puesto que formalmente existe un punto comprobable en que bajo el orden impuesto por alguna organismo de autoridad podrían dirigirse el curso de las acciones; en términos prácticos, dicho equilibrio sólo es en el mejor de los casos aproximado, puesto que depende de la toma de decisiones individuales de los agentes económicos, mismos que como se ha mostrado carecen del incentivo necesario que los dirija hacia la toma de decisiones cooperativas respecto al medio ambiente.

Bajo este argumento, la economía ambiental asume como propios los conceptos y principios establecidos por la teoría neoclásica (Martínez de la Torre 2008); es decir, a pesar de abiertamente promover un manejo amigable de los recursos naturales, el análisis se sigue haciendo en un marco de elección, en función de aumentar o mantener la utilidad que se obtiene directamente de la naturaleza; donde se ha visto que algunas herramientas de los modelos neoclásicos pueden ser extendidas para evaluar las relaciones entre la economía y el mundo natural (Brown & Timmerman 2015); con la limitante de que una vez que las relaciones entre sociedad y naturaleza, o entre dos (o más) agentes respecto a un elemento natural se convierten en conflictos de interés, éste deja de ser un problema económico para convertirse en un problema ético. Argumentar, por ejemplo, por un valor intrínseco en plantas, animales y en general en los ecosistemas, es una postura filosóficamente problemática: asumir que una especie o un ecosistema en su conjunto, es consciente de buscar y realizar su organización e intereses vitales, tal cual si fuera un ser consciente, es insostenible (Singer 1984).

De la imposibilidad de aplicar el equilibrio ambiental estimado con las herramientas

económicas disponibles; muchas críticas han surgido hacia la ciencia económica y en particular a la teoría neoclásica, críticas que sostienen, por ejemplo, que dicha imposibilidad por responder a las anomalías ambientales, tales como la contaminación, pérdida de recursos, insuficiencia energética, crecimiento urbano desmedido, entre otros fenómenos, no siempre propiamente económicos, pero que de hecho afectan negativamente el funcionamiento de los sistemas económicos; representan una crisis en el paradigma dominante que la teoría neoclásica ha mantenido en el quehacer de la ciencia económica (Brown & Timmerman 2015; Naredo 2002).

Capítulo III

Críticas al paradigma neoclásico

Cuando una teoría científica entra en conflicto frente a la resolución de algún problema al que se aplican sus modelos teóricos, y éstos no encuentran una solución suficiente, se habla de un periodo de crisis; y es, por lo tanto, el momento de buscar nuevos elementos que ciertamente resuelvan dichas anomalías. Sin embargo, el hecho que una teoría no resuelva un fenómeno concreto no significa que ésta vaya a olvidarse, o que sus modelos de aplicación exitosos sean inmediatamente rechazados.

La existencia de anomalías, límites metodológicos o tecnológicos, sobre los alcances de alguna teoría científica no siempre significan un periodo de crisis, un cambio de paradigma, ni tampoco el deshecho de la teoría en cuestión. Cuando se han mostrado los límites prácticos que tiene la aplicación de los modelos de la teoría neoclásica frente a la resolución de problemas ambientales que afectan directamente a los sistemas y económicos, se hace necesario tener que analizar las críticas puntuales sobre el paradigma de la teoría neoclásica.

3.1. ¿Existen anomalías en el paradigma neoclásico?

Las crisis que se han manifestado más agudas en la historia de la ciencia económica pueden ser: la equivocación de las predicciones clásicas, y que en respuesta surgieron las escuelas

marginalistas (Barber 1980); también la crisis de los años treinta, donde la armonía propuesta por el marginalismo fue insuficiente por la aparición de la gran depresión, surgiendo la macroeconomía keynesiana; y por último, la crisis de la economía contemporánea, definida por la incapacidad para enfrentarse a los problemas de su época, tales como la pobreza de las masas, la desigualdad de la riqueza, las desigualdades económicas regionales, la disposición irracional de los recursos naturales y los procesos de producción y consumo mal ajustados a la limitada capacidad de asimilación del medio ambiente (Dopfer 1978; Martínez 2004).

Particularmente a la teoría neoclásica se ha criticado por sus implicaciones metodológicas, las cuales llevan a la realización de modelos abstractos de la realidad, que conllevan un margen amplio de aproximación a los fenómenos de la realidad y la validez de las leyes económicas (Barceló 1992; Hausman 2000); así como la importancia otorgada a la racionalidad económica (Hausman 2000; Blaug 1985); y la ya mencionada incapacidad de resolver conflictos socioambientales (Martínez & Roca 2013; Naredo 2006).

Los cambios, y por lo tanto el progreso dentro de la ciencia ocurren de dos formas: primero, referidos a una hipótesis, una teoría o un cuerpo de teorías relacionadas; y segundo, cambios que ocurren fuera de los procesos convencionales de la generación del conocimiento científico, es decir, cambios en la estructura subyacente al quehacer científico, en las preguntas consideradas relevantes para una disciplina, a las instituciones en las que se desenvuelven los investigadores, y en general, al conjunto total de factores que construyen un paradigma en la terminología de Kuhn (Dopfer 1978).

En este sentido, las primeras dos críticas sobre el rigor metodológico y el alcance del concepto de racionalidad económica corresponderían al primer tipo de cambios, el metodológico; mientras que la tercera crítica sobre los conflictos ambientales correspondería al segundo tipo, el de las estructuras subyacentes al quehacer científico. Siguiendo estas observaciones, se hace una revisión de las principales críticas sobre la teoría neoclásica, en observación de resolver si dichas críticas sostienen la necesidad por un cambio de paradigma dentro de la ciencia económica.

3.2. Críticas metodológicas a la teoría neoclásica

Sobre la metodología de la ciencia económica se dice que ésta se encuentra en crisis. En la ciencia, el tema es el área o campo real en el que se inscribe aquello a lo que una disciplina pone atención; el método es el modo o enfoque con que se considera o trata el tema. La condición mínima para la madurez de un saber riguroso es no confundir la actividad del saber (la investigación o el estudio), con lo iluminado por ella (Blaug 1985). Por tanto, los métodos deben adecuarse a los temas, y no a la inversa; puesto que no cualquier tema puede tratarse con cualquier método, antes, cada tema requiere un modo ajustado de enfocarlo (Falgueras 2015). Esta concepción sigue una definición popperiana de cómo definir el método económico como una ciencia subjetiva más que empírica:

Los campos, o universos del discurso, de las teorías factuales pueden clasificarse en tres amplias categorías: naturales (por ejemplo, biológicos), sociales (por ejemplo, económicos) y socio-naturales (por ejemplo, bio-económicos). Dado que las personas son en gran medida artificiales (hechas y, para ser más específicos, auto-hechas), cabe esperar que las teorías en los campos social y socio-natural diferirán de las ciencias naturales al menos en un aspecto: el de la artificialidad (Bunge 1999: 176).

La tarea, entonces, de las teorías sociales es explicar cómo surgen consecuencias inesperadas de las acciones sociales, y qué tipo de consecuencias se producen si se actúa de determinada manera u otra en alguna situación social específica; así como estudiar el comportamiento de las instituciones y entidades sociales colectivas (Popper 1991).

Esta es la concepción que ha dominado la metodología de la ciencia económica y, por lo tanto, sus críticas se enfocan a su vez en tres sentidos: la supuesta incompletitud o falta de exactitud de sus leyes (Hausman 2000); la no concordancia de sus modelos explicativos respecto a la realidad, es decir, explicaciones demasiado abstractas (Barceló 1992); y por último, la insuficiencia en la comprobación empírica (Bunge 1999).

Respecto a la primer crítica, se dice que la economía ciertamente se rige por leyes, pero se argumenta que éstas son inexactas, porque son probabilísticas en vez de deterministas, puesto que no es lo mismo afirmar qué: es alta la probabilidad de que un agente preferirá un conjunto que contenga más artículos de consumo en vez de uno que contenga menos; que el decir: el individuo prefiere más bienes en lugar de menos (o que son positivas las primeras derivadas parciales de las funciones de utilidad con respecto a los artículos de consumo) (Hausman 2000; Berneman 2016).

La dificultad de establecer leyes deterministas, como sí sucede en las ciencias físicas, es un problema común tanto en la economía como en las demás ciencias sociales que han tratado de validar sus métodos en concordancia al método científico (Habermas 1998). Respondiendo a esta necesidad, los científicos sociales, y en particular los economistas, han recurrido al siguiente proceso: formular generalizaciones acerca de la operación de factores relevantes; deducir de tales generalizaciones, estimar predicciones para fenómenos relevantes; contrastar sus predicciones; y, si las predicciones son correctas, considerar todo el conjunto como una teoría confirmada. Pero si las predicciones no son las correctas o esperadas, se comparan explicaciones alternativas que permitan dar cuenta de lo que ha fallado (Beker 2002), dado que los modelos explicativos provienen de leyes inexactas.

La salida que se ha dado para este punto es recurrir a modelos construidos precisamente por estas leyes inexactas, es decir, tratar a los principios de la teoría económica como tendencias causales: según el modelo de leyes inexactas, un enunciado como “la gente prefiere más bienes de consumo a menos”, versa sobre las preferencias y las elecciones, sólo cumpliendo la condición necesaria, pero dicho enunciado no dice nada acerca de los casos en que no se da dicha condición; cuando Hume ya indicaba la única cosa que se dice acerca de la interacción causal es que, a veces, los consecuentes de las leyes inexactas no se cumplen (Hausman 2000); lo que abre la posibilidad a la construcción de modelo más flexibles; donde una ventaja de dudar sobre las leyes es que no hay que encarar una realidad imperativa de encontrar una concepción exacta sobre una ley. Lo importante en el modelo causal es identificar las causas

profundas que discriminan y descubrir los mecanismos mediante los cuales opera. Lo que lleva a describir la siguiente crítica, lo poco realistas que pueden llegar a ser modelos de estimación muy abstractos:

Para Blaug, el énfasis en lo formal implica que toda correspondencia con la realidad es sacrificada en aras de la facilidad para el tratamiento analítico. El objetivo final es proveer el placer estético de un hermoso teorema, resolver ejercicios académicos que hemos construido porque tienen solución con las técnicas analíticas existentes y no proveer conocimiento sustantivo de comportamientos observables (Beker 2002: 29).

En otras palabras, hay quienes sostienen que la teoría económica realmente no ha avanzado mucho desde el siglo XVII, mejorando únicamente en el rigor de la deducción y la axiomatización de manera más general; refinando la expresión de las pruebas formales, pero sin poder avanzar mucho más en la demostración de sus resultados, en específico en lo que se refiere a la predicción del comportamiento del consumidor (Blaug 1985; Beker 2002). Por ejemplo, las críticas a la modelización de los procesos de producción, donde es habitual escamotear la dimensión temporal inherente a toda la transformación, con los que se deforma el análisis de la producción y se confunden los diversos géneros existentes, en otras palabras, resulta problemática la noción de producción como resultante de la cooperación de los factores de producción; donde existe una simbiosis tal que la aportación particular de cada factor aparece perfectamente cuantificable en un salón de clases o sobre la mesa (Barceló 1992).

Similar es el caso del comportamiento del consumidor a partir de las afirmaciones sobre su función de utilidad: todos los agentes económicos pueden calcular su utilidad esperada en cualquier vía de acción que se les presente; asumiendo que el hábito, la imitación, la compasión, las ideologías y los compromisos morales, contractuales o emocionales son irrelevantes. Omitiendo el hecho que las propiedades de los grupos sociales se derivan de la suma de las propiedades individuales, y por lo tanto, las ciencias sociales no necesitan de conceptos irreductiblemente colectivos o sistémicos como los de sistema social, estructura social o hechos

sociales; las ciencias sociales se reducirían al estudio de la conducta maximizadora de utilidad de los individuos, donde, la maximización de la utilidad se da por hecho, pero pocas veces se le somete a prueba, pues no se conocen los resultados, sólo se sabe que pueden ser irracionales (Bunge 1999).

Esta crítica se encuentra fuertemente relacionada con la siguiente objeción de tipo metodológica sobre la teoría neoclásica, la débil comprobación de sus resultados. La ciencia contemporánea se presenta como un realismo científico, asumiendo que las relaciones entre la teoría y los datos son múltiples y recíprocas: los datos pueden sugerir generalizaciones de bajo nivel; proveer de información necesaria a las teorías para llevar a cabo sus deducciones; a su vez, los datos pueden validar la hipótesis y las teorías, en caso de ser comprobables; las teorías ayudan a evaluar los datos; es decir, las teorías diseñan las operaciones empíricas (Bunge 1999). En economía no existen en general experimentos cruciales, por ejemplo, los resultados de la econometría pueden alterarse con la inclusión o exclusión de una u otra variable, modificando los supuestos del modelo o del procedimiento de estimación (Beker 2002). En otras palabras, los datos quedan a disposición de la interpretación teórica con el fin de alcanzar los resultados esperados.

3.2.1. Replicas a la crítica metodológica

Las críticas a la metodología de la teoría neoclásica son refutables desde la concepción estructuralista de la ciencia que se ha manejado en la investigación. Partiendo del hecho de que dichas críticas mantienen una estructura popperiana, desde donde se establece que la ciencia debe seguir un método rigurosamente hipotético-deductivo:

El método del ensayo y el error es un método para eliminar teorías falsas mediante enunciados observacionales, y su justificación es la relación puramente lógica de deducibilidad, la cual nos permite afirmar la falsedad de enunciados universales si aceptamos la verdad de ciertos enunciados singulares (Popper 1991: 84).

Bajo esta idea de contrastación y refutación de las teorías a través de la veracidad de sus

enunciados, no se puede generar ningún tipo de cambio paradigmático; puesto que una teoría no está compuesta únicamente de enunciados proposicionales (sino a un conjunto de tipos diferentes de estructuras complejas) (Moulines 2009). Un cambio de paradigma no obedece a la comprobación que habitualmente propone la lógica de Popper, es decir, la falsificación y verificación no va dirigida al paradigma mismo (sino sólo a refutar la validez de sus proposiciones); por lo tanto, se acepta que en una ciencia perdure por largos periodos de tiempo una situación particular en la que el progreso científico se lleva a cabo dentro de un paradigma inadecuado (Dopfer 1978).

El rasgo más notorio de la visión estructuralista es su famosa distinción entre términos teóricos con respecto de una teoría, y los términos no teóricos. Hay que hacer hincapié que esta distinción no tiene relación con la distinción positivista entre términos teóricos (no observacionales), y términos observacionales. El criterio de la visión estructuralista hace la distinción entre esas relaciones que pueden ser determinadas independientemente de las leyes de la teoría, al menos en algunos casos, y esos otros que presuponen que algunas aplicaciones de la teoría son exitosas (Balzer, Moulines & Sneed 2011); ya que las mismas leyes son estructuras compuestas por conceptos por sí mismos vacíos de contenido empírico, conceptos abstractos de los que no se predica ni validez ni falsedad, y no un conjunto de proposiciones ordenadas sobre algún elemento de la realidad (Posada 2009).

Respecto a ambos puntos criticados, el de la elevada abstracción de los modelos y el de la comprobación de sus resultados, Balzer, Moulines & Sneed (2011) afirman que una entidad de categoría apropiada que se presta como un sujeto viable de predicación es un posible modelo de la teoría, es decir, una estructura matemática del tipo adecuado sobre el que se ignora, en un primer momento, si en efecto satisfacen las leyes de la teoría:

Puesto que el estructuralismo no propone una visión proposicional de las teorías, no considera como esencial decidir cuál formulación concreta de estos axiomas se debe escoger, habrá siempre un número indeterminado de conjuntos diferentes de axiomas propios que determinan la misma clase de modelos actuales; sin embargo,

es importante, de una manera u otra, fijar la clase de modelos con los que se quiere decir cualquier cosa substancial sobre el mundo (Moulines 2009: 19).

En otras palabras, la axiomatización de una teoría consiste en la introducción de un predicado conjuntista. Donde el predicado tiene como contenido la estructura matemática fundamental de la teoría en cuestión, y no un conjunto de proposiciones empíricas; para aislar los elementos conceptuales utilizados en un enunciado empírico central hay que determinar entidades modelo-teóricas que entran en la estructura matemática característica de las teorías; en particular, hay que definir el marco estructural y el núcleo estructural típicos, así como los núcleos estructurales ampliados que se verían con el tiempo a pesar de la estabilidad de la teoría en sí (Stegmüller 1983). Es precisamente el contenido matemático fundamental, lo que permite la elaboración de modelos, que aplicados a fenómenos concretos, permitirían con el tiempo la ampliación de los modelos mismos, es decir, el progreso científico.

3.3. Racionalidad económica

La ciencia económica funciona asumiendo que el comportamiento de los agentes económicos se presenta en forma racional: maximizando su utilidad a partir de un conjunto de restricciones dadas (García de la Sienra 1998; Dopfer 1978). La noción de racionalidad proviene de una tradición que comienza con la filosofía misma; sin embargo, desde la economía adquiere un desarrollo científico en el marginalismo y la economía neoclásica, convirtiéndose en uno de los aspectos científicos más notables que pueden mostrar las ciencias sociales (Scarano 2008), particularmente bajo el modelo de elección racional. A pesar de esto, el concepto de la racionalidad económica ha sido ampliamente criticado. La elección racional para Bunge, por ejemplo, sostiene un punto de vista irrealista del hombre, que ignora los descubrimientos empíricos y es conceptualmente borrosa; siendo incluso una teoría pseudocientífica por su falta de relación con un contexto histórico:

Mientras que Comte, Marx y Weber pensaban en términos de un proceso históri-

co de racionalización, y desmitificación en todos los dominios de la creencia y la acción, la teoría de la elección racional da por sentado que las preferencias son contantes y que la conducta maximizadora de la utilidad es inherente a la naturaleza humana; es por consiguiente una visión ahistórica (Bunge 1999: 498).

Bajo esta perspectiva en los estudios sociales como la economía, la teoría a menudo está separada de los datos, por lo que la investigación empírica se conduce en un vacío teórico (Bunge 1999). El principio de racionalidad económica afirma que los agentes siempre buscan maximizar su propia utilidad, lo que implica en sí misma el principio de racionalidad instrumental. Pero, por sí sola la racionalidad económica presenta sus propios problemas; el hecho de maximizar la utilidad personal no queda claro si debe realizarse en corto, mediano o largo plazo, lo que lleva a conductas motivadas por recompensas inmediatas que contrastan con las consecuencias reales de dichas acciones como son la sobreexplotación de recursos, o incluso de personas; además, de omitir las demás condiciones del comportamiento social, como el actuar bajo creencias, normas o valores colectivos (Bunge 1999); así como ignorar la dimensión cultural limitándose a contemplar los procesos de consumo desde una perspectiva utilitaria, a través de un enfoque individual (de la racionalidad instrumental), suponiendo que los gustos son racionales, estables y consistentes (Barceló 1992).

Esta crítica continúa una racionalidad traída de la racionalidad teleológica de Weber que describe el proceso de modernización de la sociedad: la acción racional teleológica, que persigue fines considerando como medios el comportamiento de agentes externos en el mundo, y valora las consecuencias que siguen a sus decisiones (Cortina 2015).

Frente a esto, la crítica de Marcuse a Weber es que: en dicha racionalización no hay una racionalidad como tal, sino que en nombre de una racionalidad se impone una forma oculta de dominio político. Esa racionalidad sólo se refiere al posible empleo de la técnica en situaciones determinadas, por lo que requiere un tipo de acción que implica el dominio tanto de la naturaleza como de la sociedad según sea el caso (Habermas 1986).

La racionalidad del dominio está medida por el mantenimiento de un sistema, que se

permite convertir en fundamento de su legitimación el incremento de las fuerzas productivas que permiten el progreso científico-técnico. La réplica a este tipo de dominio bajo la idea de que las relaciones de producción pueden encontrar un punto crítico en el potencial de las fuerzas productivas desarrolladas; replica que se anula por el hecho de que las relaciones de producción se presentan como la forma organización técnicamente necesaria para una sociedad racionalizada (Habermas 1986).

La acción instrumental se guía por reglas técnicas basadas en el saber empírico, recurriendo a pronósticos sobre sucesos observables en sociedad. El comportamiento de la elección racional, entonces, está orientado por estrategias basadas en un saber analítico, compuesto por deducciones de reglas de preferencias y máximas generales. En la medida en que las acciones están determinadas por un marco institucional, éstas son dirigidas por expectativas de comportamiento que se entrelazan con otras. En tanto que están determinadas por los subsistemas de acción racional respecto a fines, responden a los modelos de acción instrumental o estratégica. Pero solo puede asegurarse de que se atengan a estrategias esperadas por medio de la institucionalización (Habermas 1993). Por último, el capitalismo ofrece una legitimación del dominio que ya no debe buscar fundamento en la tradición cultural, sino que puede buscarse en la base del trabajo social (Habermas 1999):

Sólo con la forma de producción capitalista, puede la legitimación del marco institucional quedar ligada de forma inmediata con el sistema de trabajo social. Pues sólo entonces puede el orden de propiedad trocarse de una relación política en una relación de producción, ya que para legitimarse puede apelar ahora a la racionalidad del mercado, a la ideología del justo intercambio, y no ya a un orden de dominación legítimo (Habermas 1986: 77).

La superioridad de la forma de producción capitalista se basa en dos cosas: la instauración de un mecanismo económico que garantiza la intensificación de los subsistemas de acción racional respecto a fines -racionalidad económica- y, en la creación de una legitimación económica, donde el sistema de dominación se adapte a nuevas exigencias de la racionalidad que maneja

el progreso de esos subsistemas (Habermas 1986).

Por lo tanto, las objeciones metodológicas atribuidas al concepto de racionalidad económica como un elemento inconsistente con la realidad social, están fuera de discusión en lo que respecta en concreto a fallas en la teoría neoclásica del paradigma dominante en la ciencia económica, puesto que dicha racionalidad económica corresponde al proceso de racionalización social basado en la acción racional respecto a fines, la cual a su vez legitima la posibilidad de un sistema económico y, por lo tanto, las acciones económicas. Las limitaciones o críticas a la racionalidad instrumental, entonces, corresponden a otro tipo de análisis.

3.4. Ética, economía y medio ambiente

La crisis ambiental obliga a reconocer las limitaciones de los enfoques metodológicos y cognoscitivos de la ciencia económica, así como analizar sus alcances (Kapp 1978). Las principales críticas a la ciencia económica provenientes de preocupaciones ambientales van dirigidas hacia la economía neoclásica; probablemente esto se deba a que la teoría neoclásica representa el paradigma dominante, a pesar de que la corriente principal de la teoría económica no previó la crisis ambiental, así como el curso de su historia y, descuidó las consecuencias a largo plazo de los costos sociales (Kapp 1978); en concreto, la economía neoclásica por sí misma no es la causa directa de los problemas ambientales que se enfrentan actualmente.

En todo caso, como se ha mostrado en el segundo capítulo, las limitantes que encuentra la ciencia económica para resolver los problemas ambientales que afectan el funcionamiento óptimo de los sistemas económicos, corresponden a problemas de interés o de infraestructura, no así del campo puramente económico, sino al de la ética o la filosofía moral. En este sentido, todo conocimiento anterior sobre la conducta se ajustaba a experiencias conocidas, ahora ante un problema distinto en género y magnitud (la puesta en riesgo de la supervivencia humana) a cualquiera anterior; ninguna de las éticas parece que instruya acerca de las reglas a las que hay que someter las nuevas modalidades de poder y posibles creaciones (Jonas 1995).

Para integrar entonces, el estudio de la ciencia económica a un enfoque ético, se requiere, primero un elemento pragmático que asuma el papel de la ciencia y la tecnología como parte fundamental del cuidado ambiental. Segundo un tipo de racionalidad moral, o de acción colectiva.

Una ética pragmática se propone una búsqueda de la felicidad, mediante las acciones que puedan evitar en lo posible cualquier tipo de sufrimiento, así como conflictos de intereses a través de la búsqueda de consensos hábiles que aseguren un mayor bien:

Si la utilidad es la fuente última de la obligación moral, puede invocarse la utilidad para decidir entre derechos y obligaciones cuando las demandas de ambos son incompatibles (Mill 1994: 74).

Este tipo de razonamientos, nutren a la escuela pragmática de un sentido a posteriori, que permite un acercamiento a la ética en forma casuística; basada en la utilidad como una búsqueda de la mayor felicidad posible, poniendo así, mayor atención a los objetivos morales más que a las normas a seguir, de tal manera que se valoran las acciones en función de que favorezcan la consecución de dichos objetivos (Singer 1984).

Como toda ética, ésta sería una normativa, por lo que en este caso las creencias que motivan a fijar finalidades éticas para el cuidado del medio ambiente descansan en una utilidad otorgada a la naturaleza a partir de su productividad o servicios para el ser humano. La estimación de dicha utilidad es llevada a cabo mediante procedimientos o metodologías que justifiquen el otorgar dicha finalidad a las acciones de manejo amigable de recursos.

En tales circunstancias el conocimiento se convierte en un deber urgente, el saber predictivo queda rezagado tras el saber técnico que proporciona saber a las acciones y, por lo tanto, adquiere por sí mismo relevancia ética (Jonas 1995). Con este tipo de planteamientos queda implícitamente depositada una fuerte confianza en la ciencia y la tecnología como elementos de solución a las problemáticas ambientales, sin embargo, estas actividades, deben ser también objeto de estudio ético, con la finalidad de obtener resultados no únicamente instrumentales, sino de forma más integral. Por ello, la importancia del segundo punto, una

racionalidad colectiva.

Habermas profundiza en la racionalidad instrumental argumentado que no puede llegar una crítica a dicha racionalidad, al menos no desde una filosofía de la conciencia como lo hacían Horkheimer y Adorno; para ello, traslada la racionalidad a una filosofía del lenguaje, basada en la sintaxis, semántica y pragmática de los juegos de lenguaje que se da en la relación sujeto a sujeto, llevando así a una intersubjetividad de la razón, explicada en acciones de comunicación (Cortina 2015).

La racionalidad de la acción comunicativa se da mediante la interacción simbólicamente mediada. Dentro de este contexto, los planes de acción del individuo no están dirigidos a partir de cálculos egocéntricos (individuales) de éxito, sino por un entendimiento mutuo, donde los actores no se orientan primariamente por el éxito propio, sino que persiguen sus metas en la medida en que pueden coordinar sus planes partiendo de definiciones comunes (Habermas 1993).

El progreso en la racionalización consistirá entonces en el progreso de la racionalidad comunicativa, que orienta el progreso de la racionalidad instrumental, intentando organizar los planes de acción desde el entendimiento mutuo y desde el acuerdo (Cortina 2015: 12).

De esta manera, el futuro próximo no se aparta del avance científico, sino lo contrario; la alternativa para mejorar el presente no consiste en la negación del conocimiento, sino en su potenciación en un sentido completo y humano. Si la ética es característica del hombre y lo humano es indisociable del saber, ética y ciencia no pueden ni contraponerse, ni disociarse en una mínima coherencia general de nuestras ideas sobre el mundo (Boladeras 1999).

Concluyendo, como se ha mostrado, por sí sola la teoría neoclásica no aborda el total de la complejidad que representan los problemas ambientales; sin embargo, se requiere del trabajo mutuo entre ciencia y ética para una posible solución, que vaya más allá de la crítica mal dirigida a la ciencia económica, así como del enfoque estrictamente científico e instrumental de la economía.

Conclusiones

La crisis ambiental obliga a reconocer las limitaciones de los enfoques metodológicos y cognoscitivos de la ciencia económica, así como analizar sus alcances (Kapp 1978). En este sentido, se puede decir que el paradigma neoclásico no ha sido capaz de solucionar desde sus postulados teóricos e históricos, los problemas que representa la crisis ambiental para el funcionamiento de los sistemas económicos.

Tal incapacidad radica en la dimensión de los problemas, los cuales no son problemas exclusivamente económicos, sino que responden a conflictos de interés; como se mostró, el establecimiento de comportamientos amigables con el medio ambiente desde el enfoque de la maximización de la utilidad individual resulta en una disputa entre los intereses de los individuos; que modelado desde la metodología de la teoría de juegos lleva a la elección de estrategias de comportamiento no cooperativas.

Se sostiene desde la visión estructuralista de la ciencia que el hecho de que una teoría no responda a un problema en concreto, esto no significa que dicha teoría deba ser desecheda, puesto que se conservan sus modelos de aplicación exitosos en la resolución de problemas y explicación de los fenómenos (Balzer, Moulines & Sneed 2011).

Respecto a este punto, las críticas generadas en contra de la teoría neoclásica, específicamente en lo correspondiente a su metodología: rigor de sus leyes, realismo de sus modelos y comprobación de sus resultados; éstas siguen una visión de la ciencia positivista popperiana, la cual es rechazada desde el estudio de la filosofía de la ciencia estructuralista.

El estructuralismo señala que las teorías científicas se componen de dos tipos de elementos,

el núcleo formal de la teoría, compuesto por la conjunción coherente de sus estructuras formales, modelos potencias, modelos parciales potenciales, restricciones, vínculos inter-teóricos y un conjunto de uniformidad o aproximación; así como un elemento histórico pragmático no formal (Balzer, Moulines & Sneed 2011). Las críticas mencionadas sobre la metodología de la teoría neoclásica se enfocan exclusivamente en su núcleo formal, discutiendo la validez de los enunciados que conforman la teoría, sin tomar en consideración la otra parte que componen la identidad de una teoría científica -el elemento pragmático-.

Dicho elemento pragmático explica la vigencia del supuesto de racionalidad económica, por ejemplo; el cual ha permitido el establecimiento institucional del mercado y los sistemas económicos (Habermas 1986), particularmente del sistema capitalista, donde, el mercado ofrece un ambiente que permite la aplicación de los modelos de la teoría neoclásica sobre la base de la teoría de la elección racional (García de la Sienna 1998).

Por otro lado, las críticas tanto al concepto de racionalidad, así como a la crisis ambiental, corresponden a factores que están fuera de los procesos propios de la teoría; factores que corresponden a la estructura que subyace al quehacer científico, pertenecen al elemento pragmático del paradigma (Dopfer 1978). Dicho elemento, al ser precisamente de tipo histórico-pragmático, es irreductible y no formalizable (Moulines 2009) y, por lo tanto, no criticable desde la visión positivista de la ciencia.

Estos elementos representan aquello que puede generar un cambio de paradigma científico (Dopfer 1978); en el sentido que cuestionan las mismas preguntas que dirigen la actividad científica y que ponen a prueba a una teoría frente a nuevos campos de aplicación. Pues si bien desde el aspecto formal las anomalías ambientales tienen una posible solución a partir de la internalización de fallas de mercado, así como el establecimiento de los derechos de propiedad (Mass-Colell, Whinston & Green 1995; Ordeshook 2003); estos resultados por sí solos no se alcanzan mediante la teoría de la elección racional, de la cual hace uso todo agente económico; puesto que también dicha racionalidad requiere posibilidades de acción distintas a las de su concepción instrumentalista, orientada mejor, hacia una situación ética y moral,

de decisión y acción colectiva (Cortina 2015).

Entonces, si la crisis ambiental reclama un nuevo paradigma dentro de la ciencia económica. La teoría neoclásica no tiene por qué ser desechada como una teoría de la elección racional; por el contrario, son los parámetros que rigen las posibilidades de dicha acción los que requieren una reinterpretación que se ajuste a las problemáticas contemporáneas y, por ende, que no coincidan con el funcionamiento de la teoría en cuestión.

Es necesario un nuevo paradigma para el análisis económico-ambiental, puesto que se requieren, primero, soluciones, y luego, que éstas sean factibles en sus posibilidades de aplicación, es decir, una teoría que abarque aquellos aspectos que el paradigma neoclásico no envuelve, dadas las condiciones que están fuera de su alcance.

Bibliografía

- Balzer, W., Moulines, U., & Sneed, J. (2011). Una arquitectónica para la ciencia. Buenos Aires: Bernal.
- Barber, W. (1980). Historia del pensamiento económico. Madrid: Alianza.
- Barcelo, A. (1992). Filosofía de la economía. Leyes, teorías y modelos. Barcelona: Icaria.
- Beker, V. (2002). ¿Es la economía una ciencia? una discusión sobre cuestiones metodológicas. En W. González, G. Marqués, & A. Ávila, Enfoques filosófico-metodológicos en economía (15-47). México: Fondo de Cultura Económica.
- Berneman, N. (2016). A critique of Hausman's interpretation of revealed preference theory. *Filosofía de la economía*, 77-85.
- Binger, B., & Hofmann, E. (1998). Microeconomics with calculus. New York: Harper Collins Publishers.
- Blaug, M. (1985). La metodología de la economía. Madrid: Alianza.
- Blaug, M. (2001). teoría económica en retrospectiva. México: Fondo de Cultura Económica.
- Boladeras, M. (1999). Bioética. Madrid: Síntesis.
- Brown, P., & Timmerman, P. (2015). Ecological economics for the antropocene. New York: Columbia University Press.

- Bunge, M. (1999). *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*. México: siglo XXI.
- Cafri, D., & Schiliro, D. (2012). A model competitive game for the environmental sustainability of a global green economy. Munich Personal RePEc Archive.
- Cioni, L. (2006). Game theory as a tool for de manangement of environmental agreements. Cesena: AIRO.
- Coase, R. (1960). The problem of social cost. *The journal of law and economics*.
- Cortina, A. (2015). Razón instrumental, razón moral. *EIDON*, 4-15.
- De Sousa Santos, B. (2009). *Una epistemología del sur*. México: siglo XXI.
- Dopfer, K. (1978). *La economía del futuro*. México: Fondo de cultura económica.
- Falgueras, I. (2015). La posible ayuda de la filosofía a la economía. *Filosofía de la economía*, 45-68.
- Feyerabend. (1986). *Tratado contra el método*. Madrid: Tecnos.
- Fazio, H. (2012). *Economía, ética y ambiente*. Buenos Aires: Eudeba.
- García de la Sienra, A. (1998). The modal laws of economics. *Philosophia Reformata*, 182-205.
- García de la Sienra, A. (s.f.). *Teoría de la elección*. Teoría de la elección. Xalapa, Veracruz, México.
- Goolsbee, A., Levitt, S., & Syverson, C. (2013). *Microeconomics*. New York: Worth Publishers.
- Gravelle, H., & Ress, R. (2004). *Microeconomics*. London: Pearson education.
- Habermas, J. (1986). *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid: tecnos.

- Habermas, J. (1993). Teoría y praxis estudios de filosofía social. México: Red editorial iberoamericana .
- Habermas, J. (1998). La lógica de las ciencias sociales. Madrid: Tecnos.
- Habermas, J. (1999). Problemas de legitimación en el capitalismo tardío. Madrid: Cátedra.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. Science.
- Hausman, D. (2000). ¿Necesita leyes la economía? Argumentos de razón técnica, 115-137.
- Hume, D. (2001). Tratado de la naturaleza humana. Libros en la red.
- Jonas, H. (1994). El principio de responsabilidad. Madrid: Herder.
- Kapp, W. (1978). El carácter de sistema abierto y sus implicaciones. En K. Dopfer, La economía del futuro. México: Fondo de cultura económica.
- Kuhn, T. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1989). ¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos. barcelona : paidós ibérica.
- Martínez de la Torre, A. (2008). Globalización, naturaleza y economía. La construcción de un paradigma. En A. Ivanova, & A. Guillén, Globalización y regionalismo: economía y sustentabilidad (págs. 427-461). México: UAM, UABCS, Porrúa.
- Martínez, J. (2004). El ecologismo de los pobres. Barcelona: Icara.
- Martínez, J., & Roca, J. (2013). Economía ecológica y política ambiental . México: Fondo de cultura económica.

- Mass-Colell, A., Whinston, M., & Green, J. (1995). *Microeconomics Theory*. New York: Oxford University Press.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (2005). *The limits of growth: the 30 year update*. Chelsea Green Press.
- Morin, E. (2008). *El año I de la era ecológica*. Barcelona: Paidós.
- Moulin, H. (2003). *Fair division and collective welfare*. Cambridge: MIT Press.
- Moulines, U. (1978). Cuantificadores existenciales y principios guía en las teorías físicas. *crítica*, 59-88.
- Moulines, U. (2009). El estructuralismo metateórico. *Universitas philosophica* 46, 13-25.
- Myerson, R. (1991). *Game theory. Analysis of conflict*. Cambridge: Harvard University Press.
- Naredo, J. (2003). *Economía en evolución*. Madrid: siglo XXI.
- Naredo, J. (2006). *Raíces económicas del deterioro ecológico y social más allá de los dogmas*. Madrid: siglo XXI.
- Nash, J. (1950). Equilibrium points in N person games. *Proceedings of the national academy of science*.
- Ordeshook, P. (2003). *Game theory and political theory: an introduction*. Cambridge University Press.
- Pérez Ransanz, A. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. México: fondo de cultura económica.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural resource and environmental economics*. Pearson education.

- Piaget, J., Lazarfeld, P., & Mackenzie, W. J. (1973). Tendencias de la investigación en las ciencias sociales. Madrid: Alianza.
- Pindick, R., & Rubinfeld, D. (1998). Microeconomía. Madrid: Prence Hall.
- Popper, K. (1991). Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico. México : Paidós.
- Posada, J. (2009). Leyes fundamentales como principios guías; aproximación al concepto de ley de Ulises Moulines. Revista zona No. 6, 44-49.
- Rivadulla, A. (2004). Filosofía de la ciencia hoy problemas y posiciones. perspectivas de pensamiento contemporáneo, vol. II, 109-163.
- Robbins, L. (1984). An Essay on the Nature and Significance of Economics Science. New York: New York University Press.
- Ropke, I. (2004). The early history of modern ecological economics . Ecological economics , 293-314.
- Scarano, E. (2008). Teoría estándar de la racionalidad: perspectivas metodológicas. Economía XXXIII, 63-92.
- Sen, A. (1987). On ethics and economics. Oxford: Blackwell Publishing.
- Singer, P. (1984). Practical ethics. UK: Oxford University Press.
- Stegmüller, W. (1983). Estructura dinámica de teorías. Barcelona: Ariel.
- Stuart Mill, J. (1994). El utilitarismo. Madrid: Alianza.