

Economía ambiental y cambio climático, análisis de externalidades desde la teoría de juegos

Environmental Economics and Climate Change, Analysis of Externalities from Game Theory

David Alonso Pérez-Rebolledo, Katia Romero-León y Carlos Manuel Welsh-Rodríguez, Universidad Veracruzana

RESUMEN. Los impactos del cambio climático son complejos y comprenden afectaciones al ser humano en todas sus actividades, la economía no es la excepción. Entre los problemas que puede significar para los sistemas económicos están principalmente los impactos en la producción agrícola; la mayor incidencia de fenómenos meteorológicos como huracanes o inundaciones que representan un gran riesgo para las personas, así como pérdidas económicas; el aumento del nivel del mar, que es un riesgo para ciudades costeras y compromete no sólo sus actividades económicas, sino incluso su permanencia. Bajo la perspectiva económica estas afectaciones se denominan externalidades, ya que afectan los sistemas económicos desde elementos externos a éste, generando fallas de mercado; una metodología que permite abordar las externalidades a profundidad es la teoría de juegos, misma a la que se recurre para establecer en términos generales el comportamiento del agente económico respecto a las externalidades que afectan su utilidad generadas por el cambio climático.

PALABRAS CLAVE: economía ambiental, teoría de juegos, externalidades, cambio climático.

ABSTRACT. *The impacts of climate change are complex and affect the human being in all its activities; the economy is not the exception. Among the problems that can mean for economic systems are mainly the impacts on agricultural production; the higher incidence of meteorological phenomena such as hurricanes or floods that represent a significant risk for people, as well as economic losses. The rise of the sea level is a risk for coastal cities and compromises not only their economic activities but even their permanence. From the economic perspective these affectations are called externalities. These affect economic systems from elements external to it, generating market failures; a methodology that allows dealing with externalities in depth is the theory of games, which is used to establish in general terms the behavior of the economic agent concerning the externalities that affect its utility generated by climate change.*

KEYWORDS: *environmental economics, game theory, externalities, climate change.*

Introducción

La ciencia económica, como las demás disciplinas científicas, se compone de diversas ramas de estudio que a su vez están contruidos por elementos ideológicos, técnicos y científicos que no se pueden separar (Barceló, 1992). Estas ramas de estudio reparten los objetos y problemáticas que trabaja cada disciplina; dada la variedad de la materia de estudio con la que cuenta la ciencia económica, así como la abundancia de términos y definiciones, las diversas tendencias ideológicas y herramientas metodológicas generan una gran carta de corrientes de investigación dentro de la misma disciplina.

El problema del cambio climático afecta directamente a las economías del mundo. Como disciplina, la economía ambiental es la rama de la economía que se ha dedicado a analizar los problemas que éste fenómeno global representa para los sistemas económicos. Para ello se recurre a diversas herramientas micro y macroeconómicas, así como a investigaciones interdisciplinarias para abordar la naturaleza compleja y las dimensiones, tanto físicas como sociales, del fenómeno del cambio climático. Bajo este contexto es que la teoría de juegos puede ayudar a entender cómo responden los agentes económicos, mediante el establecimiento de comportamientos estratégicos frente al problema del cambio climático (Wood, 2011).

El objetivo es, entonces, analizar cómo se conforma dentro de la economía ambiental una economía del cambio climático, la cual toma por objeto de estudio las interacciones entre las anomalías biofísicas generadas por el cambio climático y los sistemas económicos. Reconociendo, desde la ciencia económica, la complejidad del problema es que dentro de los modelos aplicados se consideran tanto los datos y análisis científicos que provienen de disciplinas fuera de la ciencia económica, así como del comportamiento de los agentes desde dentro de la misma economía como disciplina, para lo cual se recurre al uso de la metodología de la teoría de juegos.

Cambio climático e interacciones económicas

El efecto invernadero, producto de la acumulación de gases en la atmósfera¹ referente a la cantidad de

1 A pesar de que la generación de gases de efecto invernadero (GEI) obedece en gran parte a causas naturales (Houghton, Harris,

gases en la atmósfera, atrapa el calor y genera calentamiento en la superficie de la tierra a nivel global y generan el calentamiento global, que conlleva a cambios en el clima de todas las regiones del planeta. Las variaciones climáticas afectan a las personas, especies vegetales y animales de muchas maneras diferentes (Stern, 2008). Como consecuencia, los problemas relacionados como los deslaves, tormentas, incremento en el nivel del mar que son cada vez más frecuentes; tendrán impactos que pueden tener dimensiones catastróficas sobre las sociedades humanas (Stern, 2008).

Las actividades humanas generan emisiones de estos gases de efecto invernadero (GEI)² (Houghton, Harris, Kattemberg, & Maskell, 1996). En especial las actividades económicas: la industria energética, las actividades agropecuarias como la ganadería, el transporte, y todas las actividades que hacen uso de combustibles fósiles; así mismo, las actividades que producen un cambio en el uso del suelo, tales como la agricultura y el crecimiento urbano, reducen la captación de GEI por parte de los cuerpos de vegetación como bosques y selvas.

Las aportaciones humanas al fenómeno del cambio climático por las emisiones de GEI, así como sus posibles efectos sobre el medio ambiente, y consecuentemente sobre la humanidad, llevan a abordar el problema desde una perspectiva social. Esto implica la necesidad de un análisis económico de los riesgos que las eventuales variaciones en el clima produzcan a los seres humanos (Galindo & Cabañero, 2010).

Las emisiones de GEI que tienen un origen humano representan perturbaciones para los sistemas físicos que sostienen a los ecosistemas, los cuales generan desequilibrios térmicos en el planeta; dichos desequilibrios afectan directamente a los sistemas naturales, de forma general al medio ambiente, y éstos mismos desequilibrios pueden afectar algunos de los sistemas económicos, en especial sistemas productivos (Molina, Mena, Ibararán, Octaviano, & Ortiz, 2009). En general, las anomalías

Kattemberg, & Maskell, 1996); y como también lo identifican los diferentes reportes de IPCC. Se hace un análisis exclusivo a las causas humanas de este fenómeno, en especial de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades económicas, que son diferente índole.

2 Los principales gases que se consideran como de efecto invernadero son: el dióxido de carbono, vapor de agua, metano, óxido de nitrógeno, ozono y el clorofluorocarbono (Houghton, Harris, Kattemberg, & Maskell, 1996).

que interactúan entre el medio ambiente y los sistemas económicos se analizan con herramientas de la rama de la economía ambiental.

Economía ambiental

Economía ambiental, es la rama de la economía que trata el manejo óptimo de los recursos naturales, dado que éstos son necesarios para continuar con los procesos productivos que la humanidad demanda para sostener su ritmo de vida actual:

La economía ambiental, aborda los problemas de gestión de la naturaleza como externalidades a valorar desde el instrumental analítico de la economía ordinaria, que razona en términos de precios, costes y beneficios reales o simulados (Naredo, 2002, pág. 7).

Asume como propios los conceptos y principios establecidos por la economía neoclásica; aun cuando promueve un manejo sostenible de los recursos naturales, el análisis se realiza en un marco de valor monetario, y en función de aumentar o mantener la utilidad que se obtiene de la naturaleza.

La tarea más importante desde la economía ambiental es emplear los modelos de utilidad estándar para analizar cómo los individuos combinan las comodidades del mercado y las ajenas al mercado para producir bienestar (Venkatachalam, 2007).

La economía ambiental se ocupa de analizar cómo las anomalías ambientales, tales como la contaminación, pérdida de recursos, insuficiencia energética y crecimiento urbano desmedido, entre otros, afectan negativamente los sistemas económicos como fallas de mercado (Naredo, 2002), las cuales provocan externalidades que representan costos no contemplados. Las fallas de mercado son situaciones en las cuales las circunstancias reales se apartan del ideal estimado por los modelos económicos, las cuales generan resultados ineficientes (Gravelle & Ress, 2004).

Las externalidades son un tipo de fallas de mercado que se definen como: efectos en la producción y consumo, que no se reflejan directamente en el mercado; por lo que estas pueden ser tanto negativas como positivas, surgiendo entre consumidores, productores o entre ambos; básicamente suceden cuando la acción de un agente económico impone costos (o beneficios) no contemplados a otra parte (Pindick & Rubinfeld, 1998). Como se ha tratado de explicar, las externalidades producidas por el cambio climático se

reflejan de forma negativa sobre la utilidad de los agentes económicos, productores y consumidores por igual.

Bajo el criterio de afectación de la utilidad, se pueden modelar diferentes tipos de externalidades según se produzcan. Generalizando, se considera un caso de dos individuos (A, B), que consumen dos bienes privados (X, Y), producidos a partir de dos insumos (K, L):

TABLA 1. Clasificación de externalidades (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003).

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	$U^A(X^A, Y^A, Y);$ $y X(K^X, L^X, Y)$

La forma más común de resolver dichas externalidades es a través de métodos de internalización, incluyendo los costos generados por las externalidades a fin de que estos se reflejen dentro del mercado, esto por ejemplo a través de cuotas o impuestos, pagos de subsidios, o establecimiento de derechos de propiedad (Mass-Collel, Whinston, & Green, 1995) de esta manera, dichas internalizaciones se ven reflejadas dentro de los costos de producción o en los precios establecidos de ciertos productos, los cuales contemplan los requerimientos ambientales en las formas mencionadas.

Otro tipo de fallas de mercado es la de bienes públicos: que son un tipo de bienes que escapan de las estimaciones económicas, dado que éstos no expresan ni rivalidad ni exclusividad (Pindick & Rubinfeld, 1998), es decir, cualquiera puede hacer uso de ellos indiscriminadamente sin que nadie lo impida y sin que su consumo le genere un costo. Los bienes públicos permiten la existencia del problema del *free-rider*; este se genera cuando uno o más individuos consumen un bien o servicio público, sin pagar por él, lo que ocasiona ineficiencia (Perman, Ma, McGilvray, & Common, 2003). El costo del consumo de un *free-rider* recae en los demás miembros de una economía, afectando su utilidad, en otras palabras, su comportamiento es el de una externalidad negativa.

Economía ambiental y cambio climático

El cambio climático en términos económicos representa una externalidad negativa global (Stern, 2008): viendo la atmósfera como un bien público que es utilizado sin que represente ningún costo, como receptor de GEI (Galindo & Caballero, 2010; Wood, 2011), gran parte de ellos producidos por las diversas actividades económicas.

El análisis económico del cambio climático es un proceso complejo que se enfoca en la administración y respuesta apropiada a factores de riesgo (Galindo & Caballero, 2010). La principal herramienta para dicho análisis es la generación de modelos integrales que relacionen las causas y los procesos del cambio climático, con los comportamientos de los sistemas económicos.

Los modelos climáticos forzosamente necesitan de datos sobre las emisiones actuales para realizar sus proyecciones, y de cómo se prevé que éstas se comporten a largo plazo. Así mismo, requiere construir escenarios del posible comportamiento económico, para lo cual es necesario un análisis que proyecte el comportamiento de las economías a nivel mundial. Dicho de otra manera, los escenarios de emisiones creados para los modelos climáticos son resultado de analizar los modelos económicos (Molina, Mena, Ibararán, Octaviano, & Ortiz, 2009).

La razón principal por la cual requiere analizar el comportamiento de las economías es porque las actividades económicas generaran, según sea su ritmo de crecimiento, más o menos emisiones de GEI, lo que puede afectar de diversas maneras los modelos climáticos. Por lo tanto, lo que se busca en este tipo de modelos es internalizar el costo de emitir altas cantidades de GEI por parte de las economías.

Desde el análisis económico, debido al carácter de bien público de la atmósfera (Wood, 2011), se requiere de la intervención de políticas públicas nacionales e intergubernamentales para internalizar el problema (Molina, Mena, Ibararán, Octaviano, & Ortiz, 2009). La identificación correcta de las estimaciones de costos de los impactos climáticos y costos de su mitigación es fundamental desde las políticas públicas, como desde la sociedad para definir estrategias de comportamiento económico ante el cambio climático (Galindo & Caballero, 2010). Todo ello compone un aparato analítico interdisciplinar que relaciona a los sistemas económicos con las interacciones que suceden en la naturaleza y genera fallas

de mercado y costos externos. Es por ello que identificamos a la economía del cambio climático dentro de la rama de la economía ambiental.

Análisis desde la teoría de juegos

Una forma de abordar el problema de las externalidades es a través del estudio del comportamiento de los agentes económicos ante afectaciones sobre su nivel de utilidad, esto siempre bajo el supuesto neoclásico de la maximización de la utilidad personal; una de las metodologías más completas para ello, es el uso de la teoría de juegos para el estudio del comportamiento.

La noción de sustentabilidad ambiental enfatiza el soporte vital de los sistemas ambientales, necesarios para las actividades económicas que soportan las sociedades humanas; entre estos sistemas se encuentra la atmósfera, por lo tanto, dicha sustentabilidad puede representarse como un conjunto de restricciones de regulación sobre las principales actividades que regulan el sistema económico respecto al sistema físico-ecológico (Cafri & Schiliro, 2012).

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. Es conveniente para el análisis de problemas ambientales, así como para la definición de acuerdos de cooperación (Cioni, 2006). Existe la posibilidad de dos tipos de juegos cooperativos y no cooperativos; dado que las anomalías económicas generadas por el cambio climático tienen la forma de externalidades negativas, así como del problema del *free-rider*, dicha forma se adapta a los modelos de juegos no cooperativos.

Juego no-cooperativo en acuerdos económico-ambientales

En forma simple, la mitigación del cambio climático es un dilema del prisionero, el dilema del prisionero tiene un equilibrio de Nash que incluye jugadores actuando de forma no cooperativa, de tal forma que no se alcanza un óptimo social (Wood, 2011).

Reinterpretando a la metodología expuesta en (Cioni, 2006), para la suposición de un juego entre dos agentes dentro de un acuerdo internacional. Se supone para la aplicación concreta de un juego de este tipo: un acuerdo entre dos países (*A*, *B*), los cuales comparten frontera y acuerdan la implementación de una política pública compartida que captura

las emisiones de GEI conservando un bosque que se encuentra entre los dos países.

Ambos países pueden seguir una estrategia cooperativa de conservación (*c*), donde ambos pueden beneficiarse conservando su cantidad de bosque y recibiendo un pago internacional por servicios ambientales que se reparte en partes iguales entre los dos países; o escoger una estrategia no cooperativa (*nc*), con la que agotan la mitad del bosque que les corresponde. Se plantea la siguiente situación:

1. Si ambos países cooperan, acaparando el costo de conservación ellos comparten al menos eventualmente el pago por servicios ambientales, así que ambos obtienen el mismo beneficio: $B - C = b$;
2. Si ambos países explotan por completo el bosque, ellos incurrir en una pérdida (*l*), tal que $l < 0$;
3. Si uno reduce por completo el bosque y el otro no, la forma del beneficio es $B > 0$, donde el último incurre en una pérdida $L < 0$.

TABLA 2. Dilema del prisionero, juego agotamiento vs. conservación (Cioni, 2006).

A vs. B	<i>c</i>	<i>nc</i>
<i>C</i>	b, b	L, B
<i>Nc</i>	B, L	l, l

Mientras que ($B > b$) y ($l > L$), se ve que para ambos jugadores es preferible (*nc*) sobre (*c*). así que, el único equilibrio del juego es la estrategia ofrecida por (*nc*, *nc*). Esto bajo la idea de equilibrio de Nash, que establece que cada estrategia debe ser la mejor respuesta a las estrategias de los demás (Nash, 1950), siempre en función de aumentar la utilidad individual:

Con este ejemplo, puede observarse que si uno de los jugadores es capaz de llevar a cabo un proyecto por sí solo, el otro puede solamente esperar que lo cumpla y beneficiarse sin ningún costo, generando un comportamiento de *free-rider*. A pesar de que ambos jugadores hayan podido acordar cooperar antes de iniciar el juego (*c*, *c*), donde ambos obtendrían un beneficio común; pues si *A* está seguro de que *B* cumplirá con el acuerdo, *A* tendrá suficientes incentivos para cambiar su comportamiento hacia (*nc*) y llegar a una ganancia $B > b$, puesto que no le representaría ningún costo. El mismo argumento es válido para *B*. Siendo que un posible comportamiento de *free-rider* es previsto como el mejor incentivo para un movimiento no cooperativo (Cioni, 2006). Situaciones como esta, donde las salidas no cooperativas

conducen a no alcanzar un óptimo social son conocidas como dilemas sociales (Wood, 2011).

Bajo la misma estructura del juego, se plantea la posibilidad de establecer las siguientes soluciones:

1. La intervención de un castigo por infracción del acuerdo por parte de una autoridad internacional mediante:
 - a. Castigos directos;
 - b. Castigos indirectos, como subsidios al otro jugador.
2. La intervención de un financiamiento por parte de una autoridad internacional

Para el caso de un castigo directo por parte de una autoridad, la condición es que esto sea aceptado por ambos jugadores, castigando mediante una penalidad proporcional al beneficio que cada país puede generar, donde la posibilidad de una penalidad fuerte puede servir de incentivo a ambos jugadores para adoptar una estrategia cooperativa (Cioni, 2006).

Si bien lo impráctico en estas posibilidades, particularmente en la intervención de una autoridad con capacidad de ejecutar castigos parezca impráctica al hablar de acuerdos internacionales entre países autónomos; lo cual significaría una vulneración a sus derechos (Myerson, 1991). Sin embargo, este tipo de estrategias son posibles en el campo microeconómico, recurriendo a la autoridad gubernamental mediante su facultad para el establecimiento de cuotas, subsidios o impuestos obligatorios a los agentes que generan externalidades (Mass-Collel, Whinston, & Green, 1995); en este caso, agentes que incurran en comportamientos que violen políticas públicas dirigidas a la reducción de emisiones de GEI.

Por último, el análisis desde la teoría de juegos permite distinguir que a pesar de la posibilidad formal bajo un marco institucional para generar incentivos sobre el comportamiento de los agentes; esta no siempre ha sido una labor fácil en la práctica, pues cuando se habla de grupos muy numerosos como son ciudades o países enteros, es especialmente difícil la organización, sabiendo que bajo la lógica de la maximización de la utilidad individual por parte de cada individuo por separado, es común que cada miembro que participa en un acuerdo cooperativo, al mismo tiempo, tenga incentivos para desertar del mismo, dejando la el costo de sus acciones sobre los demás, ocasionando un problema de *free-rider* (Ordeshook, 2003); a menos claro, que como se mencionó, existan

institucionalmente incentivos en forma de pagos o castigos impuestos por la autoridad del gobierno, lo suficientemente fuertes para influir en el comportamiento individual.

Conclusiones

Los enfoques de la teoría de juegos informan sobre la comprensión de la participación y el cumplimiento en los acuerdos internacionales, el papel que juegan las coaliciones y las condiciones para negociar sobre la reducción de emisiones de GEI. Esto puede ayudar a entender el dilema social asociado al cambio climático y proporcionar ideas que ayuden a abordarlo (Wood, 2011).

Pero, si bien el análisis económico del cambio climático es en gran parte una aplicación de las metodologías de internalización de la economía ambiental, no puede perderse de vista el hecho de que el fenómeno del cambio climático es un problema complejo que no se puede explicar únicamente desde la ciencia económica como una falla de mercado, debido que responde a una gran diversidad de eventos y deriva igual en abundantes efectos que superan el análisis económico de las emisiones de GEI y las anomalías en los sistemas productivos. Lo cual deja algunas incógnitas en cuestión de la mitigación de un problema complejo.

El análisis económico, entonces, es una de las herramientas principales para la toma de decisiones en materia de políticas públicas. Dado que los principales supuestos de la economía tradicional son fuertemente cuestionados por la economía conductual y la neuroeconomía, en cuanto a toma de decisiones de refiere, valdría la pena revisar el impacto que un marco económico alternativo (más en línea con los datos empíricos de las ciencias naturales) tendría sobre la política climática en general (Maréchal, 2007), a propósito de la relevancia que ha tenido la inclusión del cambio climático en la agenda política internacional.

Además del hecho que los resultados de los modelos globales (como los del IPCC³) presentados para todo el mundo, suponen una homologación de políticas públicas para la mitigación del cambio climático. Es decir, un impuesto global a las emisiones, sin diferencias regionales (Molina, Mena, Ibararán, Octaviano, & Ortiz, 2009). Lo que muestra que los

acuerdos internacionales sobre el cambio climático son considerados por los países desarrollados como una estrategia de disminuir sus emisiones, sin considerar los costos que significan para los países en desarrollo (Maréchal, 2007).

En concreto, las estrategias para enfrentar el cambio climático desde una perspectiva meramente económica como lo plantea la economía ambiental, es decir, internalizando costos y diseñando impuestos, no es suficiente, dado que el problema del cambio climático no es exclusivamente un problema económico. Por lo que es necesario un escrutinio teórico y experimental que sea de manera interdisciplinaria integrando conocimientos tanto de las ciencias naturales como de las ciencias sociales, para entender y por lo tanto afrontar adecuadamente el fenómeno del cambio climático.

RESUMEN CURRICULAR

DAVID ALFONSO PÉREZ REBOLLEDO. Licenciado en Economía por la Universidad Veracruzana, maestrante de la Maestría en Economía Ambiental y Ecológica por la Universidad Veracruzana. Av. Xalapa, S/No; Col. Obrero Campesina; C.P. 91020, Xalapa, Ver., México.

KATIA ROMERO LEÓN. Licenciada en Economía, Profesora de Tiempo Completo adscrita a la Facultad de Economía de la Universidad Veracruzana. Av. Xalapa, S/Nº; Col. Obrero Campesina; C.P. 91020, Xalapa, Ver., México. (+52)228-8421700, ext. 14278, kromeroz@uv.mx.

CARLOS MANUEL WELSH RODRÍGUEZ. Doctor en Sostenibilidad por la Universidad Politécnica de Cataluña. Maestro en Gestión Ambiental por la universidad Politécnica de Madrid. Especialista en Climatología y Licenciado en Instrumentación Electrónica por la Universidad Veracruzana. Cuenta con Postdoctorado en Adaptación al Cambio Climático mediante beca CONACYT en el centro Nacional de Investigación Atmosférica de los Estados Unidos (NCAR). Investigador de tiempo completo del Centro de Ciencias de la Tierra en la Universidad Veracruzana. Calle Francisco J. Moreno #207. Col. Emiliano Zapata. C.P. 91090. Xalapa, Ver. México. (+52)228-8421700, ext. 12685, cwelsh@uv.mx.

BIBLIOGRAFÍA

Barceló, A. (1992). *filosofía de la economía*. española: icaria.

3 Intergovernmental Panel on Climate Change.

- 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. *AIRO*.
- Galindo, L., & Caballero, K. (2010). La economía del cambio climático en México algunas reflexiones. *gaceta económica*.
- Gravelle, H., & Ress, R. (2004). *Microeconomics*. London: Pearson education.
- Houghthon, J., Harris, N., Katttemberg, A., & Maskell, K. (1996). *the science of climate chamge*. great britain: Cambridge University Press.
- Maréchal, K. (2007). the economics of climate change of climate in economics. *ecologica economics*.
- Mass-Collel, A., Whinston, M., & Green, J. (1995). *Microeconomics Theory*. New York: Oxford University Press.
- Molina, M., Mena, C., Ibararán, M., Octaviano, C., & Ortiz, E. (2009). *Modelos integrales y cambio climático*. México: Secretaría de Energía.
- Myerson, R. (1991). *Game theory. Analysis of conflict*. Cambridge: Harvard University Press.
- Naredo, J. (2002). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. *polis*.
- Nash, J. (1950). Equilibruim points in N person games. *Proceedings of the national academy of sciense*.
- Ordeshook, P. (2003). *Game theory and political theory: an introduction*. Cambridge University Press.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural resource and enviromental economics*. Pearson education.
- Pindick, R., & Rubinfeld, D. (1998). *Microeconomía*. Madrid: Prence Hall.
- Stern, N. (2008). the economics of climate change. *the american economics review*, 1-37.
- Venkatachalam, L. (2007). Enviromental economics and ecological economics: Where there can converge? *Ecological economics*.
- Wood, P. (2011). Climate change and theory game. *Annals of the New York Academy of Scienses*, 153-170.

