



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

**División de Ciencias Sociales y Económico Administrativas**

**Interdependencia de los mercados financieros y el  
mercado de bienes y servicios, el caso de México. Un  
enfoque desde la teoría de juegos.**

**TESIS**

**Para obtener el grado de**

**MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL SECTOR PÚBLICO**

**Presenta**

**Lic. Kristal Palacios Mar**

**Director de Tesis**

**M.A. Naiber José Bardales Roura**

**Chetumal, Quintana Roo, México, Junio de 2013.**



# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

---

División de Ciencias Sociales y Económicas Administrativas

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Maestría y aprobada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL SECTOR PÚBLICO

COMITÉ DE TESIS

Director: \_\_\_\_\_

M.A. Naiber José Bardales Roura

Asesor : \_\_\_\_\_

Dra. René Leticia Lozano Cortes

Asesor:: \_\_\_\_\_

Dr. Luis Fernando Cabrera Castellanos

Chetumal, Quintana Roo, México, Junio de 2013



*A mis padres.*

*A mi familia.*

*A mis amigos y amigas*

# Agradecimientos

*"Necesitamos tiempo para soñar, tiempo para recordar y tiempo para alcanzar el infinito. Tiempo para ser" Gladys Jaber*

*Agradezco a Dios y al universo por haberme colocado justo en el lugar y tiempo en que he vivido y en especial la etapa que vivo ahora; gracias Dios por colocar a las personas correctas en cada segundo de mi vida porque son ellas quienes dan forma a mi futuro.*

*El presente solo puede ser definido como una consecuencia del pasado es por ello que agradezco a todos los que han formado parte de él, en especial a mi familia y amig@s. Mis padres quienes con su sabiduría y amor me enseñaron que es posible lograr lo que se desea, a ellos por brindarme la oportunidad de vivir.*

*A mis hermanas por estar allí cuando las necesito, por hacerme fuerte cuando la debilidad llega. A cada integrante de la familia porque son la fortaleza del futuro, solo cuando las raíces son fuertes el árbol puede ser grande, en especial a la familia que Dios puso en el camino porque sin llevarnos en la sangre nos llevamos en el corazón.*

*A mis amigos y amigas porque son esa alegría que hace más llevaderos los momentos difíciles, porque son los cómplices en las travesías de la vida, por sus enseñanzas y amor gracias; a mis compañer@s de trabajo, y amigos, por permitirme ser parte del equipo.*

*A mis profesores, porque con sus enseñanzas me permiten crecer profesional y personalmente, agradezco especialmente a los que me acompañan en esta aventura por su confianza muchas gracias.*

*A todos aquellos quienes han sido parte de mi vida y la emoción me hayan obligado a omitir mil gracias porque son los pequeños detalles los que hacen grandes momentos.*

*Lic. Kristal Palacios Mar*

## Contenido

Introducción.....	7
Capítulo 1. La teoría de juegos.....	9
1.1. Tipos de juegos.....	10
1.2. Aplicaciones económicas de la teoría de juegos.....	14
1.2.1. Aplicaciones microeconómicas.....	15
1.2.2. Aplicaciones macroeconómicas.....	18
1.3. Teoría de juegos vs modelos macro-económicos.....	22
Capítulo 2. Marco de referencia.....	23
2.1 El entorno económico.....	23
2.1.1 Un vistazo a la teoría macroeconómica.....	23
2.1.2 Algunos supuestos válidos.....	25
2.1.3 Un vistazo a la realidad.....	26
2.2 Los agentes.....	27
2.2.1 El gobierno.....	27
2.2.2 El mercado de bienes y servicios.....	28
2.2.3 El mercado financiero.....	30
Capítulo 3. La interdependencia.....	33
3.1 Generalidades.....	33
3.1.1 Elementos.....	33
3.2 Juego dinámico con información completa y perfecta.....	35
3.3 Juego con información completa pero imperfecta.....	43
3.4 Juego con información incompleta.....	46
Conclusiones.....	55
Anexo 1. Solución del juego mediante inducción hacia atrás.....	58
Bibliografía.....	60

## Introducción

La forma tradicional de estudiar los efectos de las políticas públicas macroeconómicas es mediante el uso de modelos estructurales; sin embargo, en general este tipo de modelos macroeconómicos presentan supuestos limitados sobre el comportamiento de los agentes. Los agentes en general reaccionan a variables exógenas y no es posible observar de forma clara la interacción entre ellos, cada uno de los agentes maximiza su función de utilidad individual y se logra un equilibrio general. El gobierno tiene poco margen de acción y el papel del mercado financiero, cuando existe, es mínimo; en general son los consumidores los que determinan el nivel de las variables en el equilibrio.

La teoría de juegos, o teoría de las decisiones interactivas, provee un lenguaje para describir la estructura de la toma de decisiones por muchos agentes (Monsalve, 2002). Permite analizar el comportamiento de los individuos en su colectividad mediante la caracterización de las decisiones que toman basados en la información que reciben del entorno en el que se desenvuelven, esto permite que esta técnica se pueda emplear para el estudio de situaciones macroeconómicas.

“La influencia del enfoque de teoría de juegos en la macroeconomía se debe a que esta es útil para analizar un rasgo esencial en muchos comportamientos económicos y sociales: la existencia de diferentes personas, cada una con sus propios objetivos, en una situación de interdependencia. Existe un conjunto de <<jugadores>>, y las decisiones de todos ellos, conjuntamente, determinan que resultado obtendrá cada uno” (Fernández, 2002).

La teoría de juegos es una herramienta que nos permite analizar las estrategias que toman los agentes y las consecuencias de las mismas. En el caso de los mercados financieros y de bienes y servicios existen diferentes agentes que participan en búsqueda de su propio beneficio lo cual les lleva a establecer estrategias de acuerdo a la información que reciben del mercado, la teoría de juegos nos permite modelar esta conducta y establecer cursos de acción y consecuencias del uso de dichas estrategias.

Dado lo anterior es objetivo del presente trabajo modelar, con el uso de teoría de juegos, la interdependencia económica entre el mercado de bienes y servicios y el mercado financiero, con la intervención del gobierno, para el caso de la economía mexicana.

Para el desarrollo del trabajo se parte de la siguiente hipótesis: el efecto de las políticas macroeconómicas depende del contexto, y las percepciones que tienen los agentes así como la interacción e interdependencia de sus decisiones en la economía.

Para esta modelación se simplifica la economía mexicana a la actuación de tres agentes; el gobierno quien juega en 2 etapas (al inicio del juego anunciando su política y al final del aplicando política económica mediante sus dos herramientas Banco Central y Secretaría de Hacienda), el sector financiero y el sector empresarial.

Esta modelación se presenta bajo tres escenarios de información; en primer lugar información completa y perfecta, luego para información completa pero imperfecta y en último lugar información incompleta. Estos escenarios permiten observar el contraste de los resultados obtenidos y la comprobación de la hipótesis planteada sobre la importancia del contexto en el que se aplican las políticas públicas y los resultados que se obtienen de las mismas.

Para lograr el objetivo general se desarrollan tres capítulos: en el primer capítulo se describe la teoría de juegos y sus principales aplicaciones económicas, en el segundo capítulo se caracterizan los principales agentes económicos para el caso de México y en el tercer capítulo se construyen tres juegos con los agentes económicos identificados para analizar la interdependencia de sus estrategias y contrastar los resultados al simular cambios en los supuestos sobre la información con que se desarrolla el juego.

## Capítulo 1. La teoría de juegos

El presente capítulo tiene como objetivo presentar a la teoría de juegos como una teoría válida para el estudio de la interacción entre agentes de la economía y con ello observar la interdependencia entre los mercados de bienes y servicios y el mercado financiero; para dar cumplimiento a este objetivo en primer lugar se hace una descripción de los diferentes tipos de juegos que existen en esta teoría a fin de conocer sus características así como los supuestos bajo los que se emplean, posteriormente se presentan los resultados que han obtenido diferentes autores en la aplicación de la teoría de juegos a problemas de la economía, finalmente se presentan las ventajas que tiene la teoría de juegos sobre los modelos macro econométricos en el estudio de la interdependencia entre mercados.

La teoría de juegos surge del interés por explicar la conducta racional en situaciones en las que el resultado depende de la interacción de los jugadores, de esta forma en la década de 1940, John Von Neumann y Oskar Morgenster hicieron contribuciones pioneras a la Teoría de juegos tal como hoy la conocemos. Ellos estaban convencidos de que los problemas característicos en el comportamiento económico eran idénticos a los que llamaban *Juegos de estrategia*, en el sentido de que la interacción estratégica presente en juegos tales como el ajedrez o el póker también caracterizaba muchas situaciones económicas (Fernández, 2002).

Tal como lo señalan Neumann y Morgenstern (1953) la teoría de juegos presenta una opción de como estudiar el comportamiento individual que en búsqueda de la maximización de utilidad lleva a soluciones condicionadas por la interacción de estos individuos. En ese libro Neumann y Morgenstern sientan las bases para el estudio alternativo de los problemas económicos desde una óptica que permite observar los fenómenos económicos como resultado de la interacción de las acciones que toma cada uno de los individuos de una sociedad en búsqueda de su propio bienestar y como el resultado final de ese bienestar dependerá de las acciones que hayan tomado el resto de los agentes.

La teoría de juegos, o teoría de las decisiones interactivas, provee un lenguaje para describir la estructura de la toma de decisiones por muchos agentes (Monsalve, 2002); y constituye según Deustsch et al (1986) citado por San Román (2002), una de las doce innovaciones básicas del pensamiento económico del siglo XX y puede ser definida de una manera amplia como una técnica para tomar decisiones en situaciones de conflicto sobre la base de la construcción de una matriz formal que permite comprender el conflicto y sus posibles soluciones (Soto y Valente, 2005).

La teoría de juegos permite analizar el comportamiento de los individuos en su colectividad mediante la caracterización de las decisiones que toman basados en la información que reciben del entorno en el que se desenvuelven, esto permite que esta técnica se pueda emplear para el estudio de situaciones macroeconómicas. De acuerdo a Fernández (2002) la influencia del enfoque de teoría de juegos en la macroeconomía se debe a que este es útil para analizar un rasgo esencial en el comportamiento económico y social: la existencia de diferentes personas, cada una con sus propios objetivos, en una situación de interdependencia. Existe un conjunto de <<jugadores>>, y las decisiones de todos ellos, conjuntamente, determinan el resultado obtendrá cada uno.

### 1.1. Tipos de juegos

El estudio de la teoría de juegos permite estudiar las acciones (estrategias) que tomarán los individuos cuando los resultados de estas (ganancias) dependen de la interacción y las decisiones que tomen los otros agentes; Krause (1999) presenta los siguientes elementos de la teoría de juegos:

- ⇒ **Jugadores:** los individuos que toman las decisiones tratando de obtener el mejor resultado posible, o sea maximizar su utilidad.
- ⇒ **Acción:** es una de las opciones que el jugador tiene disponible para alcanzar el objetivo buscado. Un **conjunto de acciones** son todas las acciones disponibles. El **orden del juego** determina en qué momento esas acciones están disponibles. Un **perfil de acciones** es un conjunto de una acción por cada uno de los jugadores del juego.
- ⇒ **Información:** es el conocimiento, en un determinado momento, de los valores de las distintas variables, los distintos valores que el jugador cree que son posibles.

- ⇒ **Estrategia:** es un conjunto de acciones a tomar en cada momento del juego dada la información disponible. Un **conjunto de estrategias** son todas las disponibles en un determinado momento. Un **perfil de estrategias** es un conjunto de una estrategia por cada uno de los jugadores del juego.
- ⇒ **Recompensa:** es la utilidad que reciben los jugadores al completar el juego, la evaluación posterior a la realización de la acción sobre si el objetivo buscado fue alcanzado. También es importante la recompensa esperada, ya que es ésta en realidad la que motiva la acción.
- ⇒ **Resultado:** son las conclusiones que el modelador obtiene una vez que el juego se ha jugado.
- ⇒ **Equilibrio:** es un perfil de estrategias integrado por la mejor estrategia para cada uno de los jugadores del juego.

Una forma de clasificar los juegos es de acuerdo a la forma en la temporalidad en que los jugadores toman sus decisiones y las veces que actúan en un mismo juego; cuando los jugadores toman decisiones de forma simultánea<sup>1</sup> se conocen como *juegos estáticos*, por esta razón son también conocidos como juegos de decisión simultánea.

Por otra parte cuando uno de los jugadores mueve primero y en base a ello puede mover un segundo jugador, como en el caso del ajedrez, se conocen como *juegos dinámicos*, en este tipo de juegos se pueden hacer tantas “jugadas” como sean necesarias para llegar a una solución; si al hacer las jugadas se toman las mismas estrategias como jugar el mismo juego varias veces se conocen como *juegos repetitivos*.

Otra forma de clasificar los juegos es por el tipo de información que tienen los jugadores respecto a la postura del resto, de acuerdo a esta clasificación podemos tener *juegos con información completa* y *juegos con información incompleta* tal como lo señala Gibbons (1992) un juego tiene información completa si la función de ganancias<sup>2</sup> de cada jugador es conocida por el resto de los jugadores; por otra parte un juego tiene información incompleta

---

<sup>1</sup>Independientemente del número de jugadores que lo haga y del momento exacto en que lo hace la condición necesaria para considerar un juego como estático es que el jugador conocerá las estrategias tomadas por los otros jugadores, y por lo tanto su ganancia, hasta después de haber tomado su decisión, de esta forma no es necesario que realicen la acción exactamente en el mismo minuto para ser considerada como simultánea.

<sup>2</sup>Es forma en que se determina la ganancia de cada jugador a partir de la combinación de acciones elegidas por todos los jugadores involucrados en el juego.

si alguno de los jugadores no está completamente seguro de cuál es la función de ganancias del otro jugador.

Sin lugar a duda el ejemplo más conocido de la aplicación de la teoría de juegos tal como lo señala Binmore (2005) es el dilema del prisionero<sup>3</sup>, este es una aplicación de juego estático con información completa que consiste en la interacción de dos agentes que deben declarar su culpabilidad ó inocencia, el resultado final, es decir la pena impuesta, depende del resultado de ambas declaraciones.

Este juego sencillo puede servir como ejemplo para ilustrar algunos conceptos básicos, como el de equilibrio de Nash, estrategia estrictamente dominante y estrictamente dominada y estrategias mixtas. Una estrategia (A) es estrictamente dominada por otra si para cada combinación posible de las estrategias de los restantes jugadores la ganancia del jugador que tomo la estrategia (A) es estrictamente menor que si usa otra estrategia (Gibbons, 1992).

Una estrategia que da más ganancias que el resto se le conoce como estrategia estrictamente dominante, es de esperarse entonces que los jugadores nunca tomen las estrategias estrictamente dominadas. La eliminación iterativa de estrategias estrictamente dominadas es una forma de solucionar los juegos estáticos. También existen estrategias mixtas, estas hacen alusión a la toma de decisiones en incertidumbre de lo que hará el otro jugador.

Cuando se llega a un equilibrio en el juego es posible que se trate de un **equilibrio de Nash** esto sucede si se llega a un punto en el que ninguno de los jugadores siente la tentación de cambiar de estrategia ya que cualquier cambio implicaría una disminución en sus pagos.

La representación de los juegos, tanto estáticos como dinámicos, se puede hacer en dos formas la *normal* y la *extensiva*; los juegos estáticos se representan en su forma normal

---

<sup>3</sup>De acuerdo a la descripción realizada por Gibbons (1992), en lo siguiente: dos sospechosos son arrestados y acusados de un delito. La policía no tiene evidencia suficiente para condenar a los sospechosos a menos que uno confiese. La policía encierra a los sospechosos en celdas separadas y les explica las consecuencias derivadas de las decisiones que formen. Si ninguno confiesa, ambos serán condenados por un delito menos y sentenciados a un mes de cárcel. Si ambos confiesan, serán sentenciados a seis meses de cárcel. Finalmente si uno confiesa y el otro no, el que confiesa será puesto en libertad inmediatamente y el otro será sentenciado a nueve meses de prisión, seis por el delito y tres más por obstrucción de la justicia.

como una matriz binaria<sup>4</sup> donde es posible observar las ganancias de cada uno de los jugadores.

Los juegos pueden representarse también en su forma extensiva como un árbol de decisión, este tipo de forma de representación es comúnmente usada en juegos dinámicos<sup>5</sup>, aunque no es exclusiva para ese tipo de juegos dado que también los juegos estáticos se pueden representar en forma extensiva, donde primero realiza el movimiento uno de los jugadores y en consecuencia realiza su movimiento el jugador 2.

Los árboles de decisión se componen de un nodo inicial, nodos intermedios y nodos finales, a cada nodo se le derivan tantas ramas como estrategias tenga el jugador en turno. Los nodos se organizan de acuerdo al contexto en que mueven los jugadores. Esta forma de presentación del juego permite observar cursos de acción de forma más gráfica, se pueden analizar las estrategias a las que tiene acceso uno de los jugadores dado el movimiento del primer jugador.

Como se señala anteriormente existen juegos con información completa e incompleta así como juegos estáticos y dinámicos por los que es de esperarse que se presenten juegos que combinan características<sup>6</sup> de estos; dada la temporalidad con que jugaran los agentes y la información con que cuentan del resto de los jugadores, este capítulo se ocupa esencialmente de tres tipos de juegos los cuales se describen de forma general ya que se retoman en el capítulo 3.

Se denomina *juego dinámico con información completa pero imperfecta* a los juegos en los que el jugador tiene acceso a la información que ocurrió en la etapa previa pero en la etapa en la que se encuentra debe tomar la decisión se toma de forma simultánea (Gibbons, 1992), es decir especulando sobre lo que hará el otro jugador. Estos juegos son muy

---

<sup>4</sup> Binaria se refiere al hecho de que en un juego de dos jugadores hay dos números en cada casilla, las ganancias de los dos jugadores, independientemente del número de filas y columnas.

<sup>5</sup> Un ejemplo de juego dinámico el siguiente caso presentado por Fernández (2002): Dos empresas deben decidir si establecer sus centros de investigación y desarrollo en el Norte o en el sur: A las dos les conviene elegir la misma zona porque esto facilitará su comunicación y reducirá costos; pero la empresa I prefiere el norte y la II sur. La empresa I establece su centro primero, en lo que constituye una decisión irreversible y después habiendo observado su localización elegida por esta empresa, la empresa II toma su decisión.

<sup>6</sup> Por ejemplo un juego dinámico puede tener en una de sus etapas un subjuego estático.

convenientes para explicar muchas de las situaciones que suceden en la economía real, en la sección 1.2 se explora una aplicación de este tipo de juegos en la modelación del pánico bancario.

Los *juegos repetidos* permiten analizar si las amenazas y promesas sobre lo que ocurrirá en un futuro influyen en las acciones presentes de los jugadores (Gibbons, 1992) este tipo de juegos también forman parte de los juegos dinámicos con información completa y se aplican cuando los jugadores tienen información respecto a lo que harán el resto de los jugadores en el futuro.

Otro tipo de juego son los llamados *juegos de señalización* como el presentado por Gibbons (1992), este consiste en un juego dinámico con información completa y dos jugadores: un emisor y un receptor. El emisor emite una señal pero es el receptor quien con cierta probabilidad asume la realización de la señal emitida, finalmente las ganancias obtenidas dependen de las acciones tomadas y el escenario realizado. Este tipo de juego puede modelar situaciones en las que los agentes actúan en función de las señales que emiten otros, sin embargo el emisor de señales tiene información privilegiada que puede decidir compartir o no.

Se han presentado en esta sección algunos tipos de juego, sin embargo para análisis más complejos un juego puede estar formado por varios tipos, de tal forma que cada uno de ellos se convierten en subjuegos, en la siguiente sección se muestran algunas de las aplicaciones que se le han dado a la teoría de juegos en el ambiente económico.

## 1.2. Aplicaciones económicas de la teoría de juegos

Como se ha señalado anteriormente la teoría de juegos surge del interés por modelar situaciones en las que las acciones de los individuos desencadenan en resultados específicos en la economía, que podrían ser distintos de los planeados. En la presente sección se enlistan las principales aplicaciones para la economía tanto en el ambiente microeconómico como en el ambiente macroeconómico.

### 1.2.1. Aplicaciones microeconómicas

La teoría de juegos es una herramienta muy recurrida cuando se realiza análisis a empresas en condiciones de competencia y algunos de los modelos que se exploran con esta herramienta son las alianzas de las mismas como el caso de los modelos clásicos de oligopolio abordados por Fernández (2002) en los que las empresas deben tomar decisiones de oferta como son la cantidad a producir, el precio de venta o la ubicación en la que se establecerá la empresa sin conocer la estrategia que tomara al respecto su competencia, esto permite modelarse con la herramienta que hemos presentado debido a que contempla las decisiones de la empresa y las ganancias de la misma como resultado de la interacción entre ella y sus competidores.

El **modelo de Bertrand** presentado por Fernández (2002) señala que “dos empresas que producen bienes idénticos deben decidir a qué precio vender. Cada empresa fija su precio sin conocer el precio fijado por su rival. Una vez seleccionado el precio las empresas venden sus productos y obtienen sus ganancias. Ambas empresas se enfrentan a un costo fijo igual”; considérese el caso estático del juego, es decir las empresas se conocen y compiten.

En este caso el único equilibrio de Nash que se tiene es cuando las empresas fijan un precio igual pues entonces el mercado quedará dividido a la mitad y ambas tendrán una ganancia idéntica por lo que no tendrán incentivos para moverse de ese lugar, en este caso el precio que deben tomar como estrategia es el mismo precio que su costo para no tener beneficios negativos. Si se considera el caso dinámico se llega a la misma solución pues en un primer momento las empresas inician con precios diferentes pero ambas tienen incentivos para modificarlos hasta que lleguen al mismo precio y nos encontremos con el equilibrio de Nash.

Otro tipo de competencia oligopólica es la que considera el **modelo de Cournot** presentado por Fernández (2002), en este modelo se consideran 2 empresas que producen bienes idénticos y se enfrentan a costos iguales y fijos, la decisión que deben tomar es sobre la cantidad que deben producir sabiendo que el precio de venta dependerá de la cantidad de

producto en el mercado (es decir, de su producción más la que haya producido su competidora). En el caso estático, ambas empresas toman su decisión de producción sin conocer la de su competidora, cada empresa tiene solo dos estrategias, producir más que su competidora o producir de acuerdo a la *función de reacción*, si produce más que su competidora tendría incentivos para producir menos ya que si la otra produce más el precio puede bajar tanto como para obtener beneficios negativos, si produce de acuerdo a la función de reacción, ambas empresas terminan produciendo la misma cantidad y no tienen incentivos para modificar su conducta por lo que nos encontramos en un equilibrio de Nash, el cual se conoce como equilibrio de Cournot en la literatura de la economía industrial. Cuando se considera el caso dinámico, es posible llegar a la misma solución; inician en una etapa donde una produce menos que lo que le correspondería de acuerdo a la función de reacción, entonces la empresa obtiene pocos beneficios y tiene incentivos para incrementar su producción y así lo hará de forma iterativa hasta llegar al nivel de producción de equilibrio.

Otra aplicación microeconómica para la competencia oligopólica cuando se tienen productos idénticos es el caso del **modelo de Stackelberg** presentado por Gibbons (1992) en el que una de las empresas “líder” toma una decisión y con esta información el resto de las empresas puede tomar su decisión. Esta es una aplicación de un juego dinámico donde las decisiones se toman de forma sucesiva.

El modelo de Stackelberg puede ser visto como una aplicación dinámica del de Bertrand o el de Cournot, donde la empresa líder puede decidir si fija el precio o la cantidad y en base a esta decisión su seguidora tomara su decisión, luego la empresa líder puede fijar de nuevo su postura y en consecuencia su seguidora; esta sucesión de decisiones iterativas las llevaran al mismo equilibrio de Nash visto en Cournot y Bertrand.

Una aplicación para competencia oligopólica cuando se cuenta con productos diferenciados es el **modelo de Hotelling** presentado por Fernández (2002), este modelo considera que los productos no tienen por qué ser idénticos y considera el caso más sencillo en el que un producto puede ser valorado de forma diferente lo cual dependerá de la facilidad con la que

pueda acceder al producto ya sea por la facilidad de compra o la distancia que debe recorrer el consumidor para adquirirlo, se analiza el caso más sencillo donde el precio del producto depende del producto y la ubicación de la empresa para la cual se considera que todas las empresas analizadas se ubican en una sola avenida y unos consumidores están distribuidos uniformemente a lo largo de la misma. De esta forma el precio del producto estará dado por el precio del mismo y el costo de transporte para llegar a la ubicación de la empresa, de tal forma que los consumidores decidirán comprarle siempre a la más cercana. Este análisis nos lleva a un equilibrio de Nash donde las empresas se ubican tan cerca como pueden a fin de cubrir la mayor cantidad de mercado lo cual las llevaría estar juntas en la mitad de la avenida.

Los juegos presentados hasta aquí se desarrollan en un escenario de certidumbre total, donde si bien las empresas pueden tomar decisiones simultaneas siempre conocen la función de ganancias de su rival; sin embargo la teoría de juegos permite también modelar decisiones cuando el juego se desarrolla en incertidumbre, tal es el caso del juego presentado por Gander (2007). Este autor presenta un juego sobre la influencia de la política macroeconómica en las decisiones microeconómicas cuando los jugadores juegan bajo incertidumbre y debe tomar una actitud de riesgo. En este juego se plantea un oligopolio que debe tomar decisiones bajo incertidumbre dado que desconoce con certeza cuál es la política de gobierno, en este sentido el modelo sugiere que efectivamente las políticas implementadas por el gobierno producen cambios que afectan el clima de los negocios modificando las decisiones de las empresas.

El comportamiento descrito por las aplicaciones microeconomicas es fácil de observar en la realidad, las empresas toman acciones individuales en base a la información que reciben de su competencia y las expectativas que tienen del futuro, por ello la teoría de juegos ha cobrado importancia en los últimos años; por otra parte si bien las aplicaciones de la teoría de juegos en general están desarrolladas para un ambiente microeconómico es una herramienta que también permite modelar el ambiente macroeconómico debido a que en el también hay decisiones estratégicas y búsqueda de la maximización individual de cada uno

de los agentes que participan en la misma. A continuación se presentan algunas aplicaciones macroeconómicas de la teoría de juegos.

### 1.2.2. Aplicaciones macroeconómicas

Gibbons (1992) modela una situación de *Pánico bancario*<sup>7</sup> mediante la aplicación de un juego con información completa pero imperfecta; en este juego cada agente tiene un depósito en el banco con opción a retirarlo o no, los pagos indican que ante una situación de pánico bancario la mejor opción del jugador es retirar su ahorro, la conclusión a la que llega Gibbons (1992) es que este juego no tiene la capacidad de predecir cuándo ocurrirá un pánico bancario pero permite observar cuáles son los incentivos que existen para que ocurra, en el caso de mucha incertidumbre si los ahorradores creen que los otros retiraran su dinero su mejor estrategia es retirar también.

Es posible que los jugadores cuenten con información de lo que hicieron los otros como en el caso presentado por Gibbons (1992) donde señala que una promesa de *Política monetaria estable en el tiempo* puede modelarse con un juego repetido, primero simula para dos periodos y luego para infinitos periodos; este juego supone que los empresarios fijan, en conjunto con sus trabajadores, los salarios nominales de forma previa a que la autoridad monetaria fije su postura de oferta y con ello determine la inflación, de tal forma que esta negociación salarial se hace en base a las expectativas que se tienen sobre la inflación futura, de esta forma los empresarios tienen una *expectativa racional* de lo que ocurrirá en el futuro; si se amplía el juego a infinitos periodos en una primera etapa es posible que los empresarios consideren una inflación diferente a la que ocurre en la realidad, pero de forma posterior aprenden sobre el pasado y en base a ello deciden su inflación de tal forma que una política estable y creíble en tasas de inflación por la autoridad monetaria permite que

---

<sup>7</sup> Dos inversores han depositado cada uno de ellos una cantidad  $D$  en un banco. El banco ha invertido estos depósitos en un proyecto de largo plazo. Si el banco se ve obligado a liquidar su inversión antes de que el proyecto venza, puede recuperar  $2r$ , donde  $D > r > D/2$ . Sin embargo si el banco deja que la inversión llegue a su vencimiento, el proyecto rendirá un total de  $2R$  donde  $R > D$ . Existen dos fechas en la que los inversores pueden retirar su dinero del banco, la fecha uno es anterior al vencimiento de la inversión del banco, la fecha dos es posterior... Si ambos inversores sacan su dinero en la fecha uno, cada uno recibe  $r$  y el juego acaba. Si solo un inversor saca dinero en la fecha uno, ese inversor recibe  $D$ , el otro recibe  $2r - D$  y el juego se acaba. Finalmente, si ninguno de los inversores decide sacar el dinero en la fecha uno, el proyecto llega a su vencimiento y los inversores deciden si sacar el dinero o no en la fecha dos, cada uno de ellos recibe  $R$  y el juego se acaba. Si sólo un inversor saca el dinero en la fecha 2, ese inversor recibe  $2R - D$ , el otro recibe  $D$  y el juego se acaba. Finalmente, si ninguno de los inversores saca el dinero en la fecha 2, el banco devuelve  $R$  a cada inversor y el juego se acaba

los empresarios maximicen sus ganancias y tengan previsiones perfectas sobre lo que ocurrirá en el futuro respecto a la inflación.

Otro ejemplo de *política monetaria* es también citado por Gibbons (1992) quien retoma el modelo de Vickers (1986) y señala que la el banco central tiene información privilegiada respecto al nivel de inflación que está dispuesto a permitir en la economía, esta es una aplicación del juego de señales, con lo cual decide que señal emitir a los empresarios, quienes serán los receptores y en base a la información percibida ellos tomaran su decisión de salario nominal. En juego es del tipo repetitivo donde en una primera etapa los empresarios forman expectativas de inflación mismas que son capturadas por el banco central y con las cuales decide la tasa de inflación real; en una segunda etapa los empresarios ya conocen la inflación pasada y esa es su señal para las nuevas expectativas y así sucesivamente, de tal forma que en un largo plazo se tiene como en el ejemplo anterior una política estable si el banco central toma acciones consistentes en cada uno de los periodos.

Una aplicación de un juego no cooperativo se encuentra en Crespo y Steinberg (2005) donde presentan un estudio de la interdependencia financiera entre las economías asiáticas y la economía de los Estados Unidos, en palabras de los autores “Estados Unidos actúa como locomotora de la economía al tirar de las exportaciones del resto del mundo incurriendo en un déficit comercial. Las economías asiáticas financian el déficit norteamericano mediante la acumulación de reservas denominadas en dólares<sup>8</sup>”; de acuerdo a los autores las economías asiáticas intervienen en sus mercados cambiarios para tener una moneda subvaluada y fomentar la exportación, además señalan que existen posturas donde se manifiesta que como esta situación beneficia a ambas economías no existen incentivos para abandonarlas sin embargo para los autores “el actual sistema de interdependencia financiera entre Estados Unidos y las economías asiáticas, Bretton Woods II, es uno de los equilibrios de Nash posibles en un juego no cooperativo con equilibrios múltiples.

---

<sup>8</sup>Se ha denominado como Bretton Woods II a este nuevo sistema donde los dólares harían las veces de patrón como lo fue el oro.

Como se trata de un juego repetido donde las ganancias son cada vez menores existirá un momento en que el costo de mantener las reservas de dólares sea superior a los beneficios que se obtienen por el comercio y entonces las autoridades monetarias tendrán incentivos para retirarse del juego, cuando uno de ellos se retire el resto lo hará también dado que en conjunto les es una estrategia factible pero en de forma individual no sería factible para ninguna de las economías asiáticas mantener este esquema de interdependencia. Dado lo anterior cuando un jugador decida salir del juego la economía colapsara, lo interesante es que no es necesario llegar al punto mínimo de las ganancias pues de acuerdo a los autores si uno de los agentes tiene las expectativa de que otro de ellos se retirara lo mejor que puede hacer es salirse antes que el otro para evitar tener costos altos de tal forma que finalmente si ocurrirá un colapso en la economía.

La incertidumbre es un elemento presente en la Teoría de Juegos pues muchas de las decisiones se toman sin ninguna información real, solo basados en expectativas como presenta Köhler(2007) quien analiza a la incertidumbre como un medio de transmisión de la crisis y su propagación en los países, algunos ejemplos de ellos es lo sucedido en diciembre de 1994 en México y en agosto de 1998 en Rusia, estas crisis tuvieron como característica la incertidumbre en sus mercados.

En el modelo presentado por el autor un inversionista observa dos países A y B, suponiendo que él está ubicado en el país B y observa que el país A esta pasando por un momento de crisis, supone que al país B le sucederá lo mismo e invierte menos con lo que puede anticipar la crisis en el país B e incluso hacerla más aguda como respuesta a la recisiones que ha tomado por las expectativas que tiene, en el mismo trabajo se lleva a cabo la validación empírica de este comportamiento y se encuentra que en efecto la incertidumbre es un canal de contagio que nos lleva a transmisión de crisis en los países, ya que cada las expectativas siempre son parte de las decisiones, el análisis sugiere que el gobierno puede monitorear a los países vecinos y tomar acciones que minimicen el riesgo de crisis en el propio país generando con ello confianza a los inversionistas.

Por su parte Leitemo (2004) presenta un juego dinámico entre las autoridades fiscal y monetaria, ese juego se analiza bajo un escenario donde se ha fijado un objetivo de inflación. Como variables de control las autoridades tienen el control de la tasa de interés y el tipo de cambio, sin embargo en este juego se presenta que cuando no existe cooperación entre las autoridades se da un conflicto en los efectos finales “deseados” sobre el objetivo de inflación, pues las políticas (fiscal y monetaria) produce efectos contrarios ocasionando la volatilidad de las tasas de interés.

Makris (2008) presenta un juego de Poisson en el que describe la necesidad de complementar el estudio de la macroeconomía con aspectos fundamentales como son el potencial número de innovaciones y la especulación entre otros. El autor señala que cuando se considera a un número más grande de jugadores y a estos se les permite jugar bajo incertidumbre el juego se convierte en una distribución de poisson donde se podrían caracterizar múltiples equilibrios a diferencia de lo que sucede en la modelación tradicional macroeconómica. Los costos de transacción en la innovación y una población con información asimétrica son las principales causas de las conclusiones presentadas por el autor.

Acocella, et al (2009) presentan un modelo donde interactúan tres jugadores: sindicatos, banco central y la política fiscal; el principal objetivo del juego es mostrar como la cooperación de los jugadores es la que conduce al equilibrio deseado. El gobierno actúa sobre los objetivos de inflación que se propone, los sindicatos buscan influir sobre los salarios de sus trabajadores y el banco central hace política monetaria de forma independiente. El impacto sobre el salario depende del papel que decidan asumir los tres agentes.

Por su parte Engwerda, et al (2002) presentan un juego que analiza la interacción entre una política fiscal de estabilización y las políticas monetarias de la unión. Se considera que los excesivos déficits ocasionan problemas de crecimiento por lo que cada país debe trabajar conforme al pacto de estabilidad y crecimiento, sin embargo los países tienen incentivos de traicionar el pacto en el corto plazo porque esto les permitiría crecer más rápido si el resto

de ellos respeta el pacto. Este juego presenta soluciones cooperativas y no cooperativas en equilibrio de Nash.

Woo (2005) presenta un modelo dinámico sobre las consecuencias de la implementación de política pública en sociedades muy polarizadas. El gasto público debe ser enfocado a satisfacer las necesidades del grueso de la población pues donde más impacto se tendrá, sin embargo cuando esta sociedad y sus necesidades son polarizadas sucede lo mismo con el crecimiento pues no es posible atender objetivos comunes. Cuando se pone como jugador central a los grupos sociales la política fiscal se vuelve inestable y termina por colapsar el crecimiento. De acuerdo al autor este comportamiento podría describir el crecimiento que se da en América Latina con sociedades polarizadas y políticas inestables.

Finalmente Castañeda (1995) presenta un juego que explica el comportamiento presentado por la economía Mexicana entre 1940 y 1988, este modelo consiste en un juego no cooperativo entre tres jugadores: gobierno, emprendedores y trabajadores. El modelo sugiere que los movimientos de política durante las diferentes administraciones no son necesariamente por “decisión” de la administración en turno sino que más bien corresponden a la necesidad del entorno económico del momento.

Las aplicaciones macroeconómicas aquí presentadas ilustran claramente como el resultado final de una política pública depende de las acciones que decide tomar cada jugador en lo individual.

### **1.3. Teoría de juegos vs modelos macro-económicos**

En la sección anterior se analizaron algunas aplicaciones de la teoría de juegos, sin embargo la forma más tradicional de estudiar la macroeconomía es con los llamados modelos macro económicos, estos modelos ofrecen algunas ventajas teorías ya que llevan a la demostración empírica de ciertos supuestos y teorías que existen sobre el comportamiento económico, como la neutralidad monetaria o la relación positiva que existe entre la tasa de interés y la inversión, sin embargo dejan fuera elementos de comportamiento individual de los agentes que participan en la economía.

Si bien un modelo de corte macro econométrica permitirá ver la relación entre algunas de las variables no nos permitirá ver la sucesión de eventos que llevaron a ese resultado, por su parte la teoría de juegos como se señaló antes permite caracterizar a los jugadores y sus intereses y con ello la interacción con el resto de los agentes lo cual les llevara a obtener ganancias que dependen de las acciones propias y colectivas que es una postura más cercana a la realidad.

Como se señala en un principio el interés de este trabajo se centra sobre las consecuencias de la interacción de agentes en el mercado financiero y de bienes y servicios por lo que la teoría de juegos brinda las herramientas necesarias para el análisis, en el capítulo 2 caracterizaremos a los jugadores y estrategias posibles de los mercados que son objeto de estudio.

## **Capítulo 2. Marco de referencia**

El presente capítulo tiene como objetivo caracterizar de manera general a los agentes que participan en el modelo que se desarrollara en el capítulo tres, para ello primeramente se realiza un revisión de modelos macroeconómicos con el fin de conocer y evaluar los agentes que estos presentan y los supuestos con que se desenvuelven; en la segunda parte se presentan los agentes que participaran en el modelo así como su conjunto de estrategias.

### **2.1 El entorno económico**

Para desarrollar este análisis se revisan los modelos teniendo especial cuidado en caracterizar a tres agentes de la economía, estos son: las empresas, el sector financiero y el gobierno. El análisis se centra en buscar los supuestos bajo los que los agentes económicos encuentran un resultado óptimo.

#### **2.1.1 Un vistazo a la teoría macroeconómica**

En esta sección se analizan los supuestos bajo los que se plantean algunos modelos macroeconómicos de crecimiento, con el objetivo de conocer las características que se atribuyen a estos agentes:

- ✓ Modelo de Ramsey (Romer, 2002), este modelo se basa en supuestos microeconómicos para explicar cómo los consumidores establecen su nivel de consumo dada una función de utilidad, la conclusión a la que llega el modelo es que existe un nivel de capital asociado a un nivel de consumo que tiene convergencia a un estado estacionario, combinaciones diferentes a las que se encuentran en esa senda llevan a la divergencia del equilibrio.
  - Supuestos:
    - Generales:
      - Competencia perfecta
      - Tecnología exógena
      - Los hogares son dueños de las empresas y los beneficios de estas forman parte de sus ingresos
      - Los hogares maximizan su utilidad en función del consumo y el trabajo que destinan a la producción.
      - Agentes adversos al riesgo
      - Fuente de crecimiento es el incremento del trabajo efectivo.
    - Agentes:
      - Empresas:
        - \* Competencia perfecta
        - \* Determinan la cantidad de factores que maximizan sus beneficios
      - Sector financiero:
        - \* No se establecen supuestos claros sobre este agente, sin embargo el precio del capital es igual a la tasa de interés.
      - Gobierno:
        - \* Podría influir en la tasa de ahorro para modificar la cantidad de capital que se acumula mediante la modificación del consumo.
        - \* Solo hace gasto corriente y no inversión
        - \* Puede afectar el consumo de manera temporal pero en el estado estacionario se regresa al mismo nivel
- ✓ Modelo Diamond (Romer 2002), este es un modelo similar al de Ramsey pero tiene la diferencia de que en esta población se renueva en cada periodo.
  - Supuestos:
    - Generales:
      - La población se renueva
      - Los hogares maximizan su consumo
    - Agentes:
      - Empresas
        - \* Acumulación de capital y convergencia al estado estacionario
      - Sector financiero
        - \* No presenta supuestos sobre este agente.
      - Gobierno
        - \* Gastos financiados por los impuestos de los jóvenes.
        - \* Un incremento del gasto provoca una disminución de la acumulación de capital.
- ✓ Modelo de información imperfecta de Lucas (Romer 2002), este modelo se basa en que no todos los agentes poseen la misma información y por lo tanto acciones de los agentes pueden provocar cambios en las variables reales, este modelo predice la no neutralidad del dinero.
  - Supuestos:
    - Generales:
      - Una demanda agregada superior a la esperada incrementa los precios y la producción.

- Agentes:
  - Empresas
    - \* Observan los precios pero no el agregado
    - \* Produce en función del precio que cree
  - Sector financiero
    - \* No se presentan supuestos sobre este agente, el gobierno se encarga de la asignación del dinero.
  - Gobierno
    - \* Usa la oferta monetaria
    - \* Posee información que no tiene la gente.
- ✓ Modelo monetario (Lomelí y Rumbos 2003), este modelo es una extensión del modelo de Ramsey cuando se considera la inclusión del dinero.
  - Supuestos:
    - Generales:
      - La liquidez es parte de la función de utilidad
      - Maximización del consumo
      - Dinero es neutral
    - Agentes:
      - Empresas
        - \* Se busca la acumulación de capital
        - \* La depreciación es igual a cero
      - Sector financiero
        - \* No presenta características de este agente, el gobierno es el encargado de la asignación del dinero.
      - Gobierno
        - \* Costo nulo de imprimir dinero
        - \* Restricción presupuestaria es la transferencia y la inflación

Se observa que en general los modelos presentan supuestos limitados sobre el comportamiento de los agentes, los agentes en general reaccionan a variables exógenas y no existe interacción entre ellos, cada uno de los agentes maximiza su función de utilidad y logran un equilibrio general. Las modelaciones se realizan en general para economías cerradas y sin gobierno.

### 2.1.2 Algunos supuestos válidos

Nuestro país participa en diferentes tratados de comercio internacional, por su tamaño difícilmente puede provocar cambios importantes en variables internacionales, por lo cual podemos decir que cumple con dos de los supuestos básicos en la macroeconomía neoclásica, es un *país pequeño* de *economía abierta*.

Cada uno de los agentes tiene funciones objetivo para maximizar, en el caso de las empresas obtener beneficios es su prioridad, en nuestro país el sector financiero es

principalmente bancarizado y aun cumplen con la función de reasignación de recursos. El gobierno actúa como estabilizador de la economía.

### 2.1.3 Un vistazo a la realidad

Para explicar el funcionamiento de la realidad debemos remontarnos un poco a la historia que dio origen al sistema económico actual, después de una economía de autoconsumo mediante la especialización y la existencia de excedentes apareció el intercambio en su forma más simple “el trueque”; dadas las complicaciones de esta forma de intercambio apareció el dinero como medio de cambio que facilitó las transacciones y con ello el surgimiento de los bancos (la evolución de estos nos ha llevado a la formación de un nuevo mercado, el mercado financiero); en su origen los bancos tienen una función especial en la economía que es la que permite que en el enfoque de análisis neoclásico se pueda igualar la inversión con el ahorro pues los bancos son los encargados de resguardar el ahorro de unos agentes y canalizarlo a la inversión mediante préstamos a otros agentes.

La evolución de este mercado lo ha llevado a un mundo de complejidades dignas de estudios importantes sobre los efectos que este mercado tiene en la economía algunas de las principales consecuencias de este mercado para el caso de México las señala Soto (2010): la apertura del mercado financiero hace que las tasas de interés ya no sean referentes de la productividad en México, los bancos ya no cumplen con su objetivo de ser reasignadores del ahorro sino que se dedican a especular con el dinero y ello nos lleva a una disminución en la inversión, dicho lo anterior hay fuertes sospechas para suponer que el dinero ya no es neutral pues la tasa de interés y la inflación son variables que se determinan como consecuencia de las acciones que toman el gobierno y el mercado financiero.

Para el estudio del mercado de bienes y servicios se cuentan con modelos de mercado que asumen la existencia de un equilibrio general, basado en el análisis de curvas de oferta y demanda donde se asume que cada uno de los agentes maximiza de forma individual su función objetivo; la realidad observada es que las empresas de hoy en día no se comportan conforme a los supuestos de competencia perfecta es común observar la conformación de redes estratégicas entre las empresas a fin de abarcar más mercado y obtener más

beneficios, en los análisis tradicionales la opción de una empresa para incrementar dichos beneficios radica en la reducción en los costos o el incremento en el volumen de producción, hoy el alcance del mercado financiero ha llevado a las empresas a tener una nueva forma de obtener beneficios, siguiendo a Soto(2010) las empresas no toman al sector bancario y financiero como una opción de crédito solamente como en el caso de la elección intertemporal la empresas pueden obtener beneficios con la reventa de acción y especulación en la bolsa.

Por su parte el gobierno como señala Vargas et al (2010) en los últimos años Estado Mexicano se ha sumado al modelo neoliberalista abandonando el papel estático y proteccionista, tenemos así cada vez un Estado menos intervencionista que se ocupa solamente de establecer las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento del mercado.

## 2.2 Los agentes

En los modelos analizados se observa la presencia recurrente de tres agentes, el mercado financiero, el mercado de los bienes y servicios y el gobierno, a continuación se describen cada uno de los agentes, sus estrategias y la forma en que pueden calcular sus ganancias.

### 2.2.1 El gobierno

En los modelos tradicionales macroeconómicos el gobierno tiene dos estrategias o herramientas de política económica; mismas que son la política monetaria y la política fiscal, algunos modelos como el IS-LM predicen el uso de políticas combinadas; esto supone la posibilidad de que un mismo agente “gobierno” tiene entre sus facultades realizar dichas políticas. Sin embargo en la realidad de nuestro país el gobierno no tiene facultad para mover ambas variables.

El gobierno es capaz, a nivel macro, de establecer la política de gasto pero no la política monetaria pues la autonomía del Banco Central lo impide, de forma tal que si se quiere realizar un análisis más real de la situación de nuestro país será necesario considerar dos

agentes: La secretaría de hacienda, con su política de gasto y por otro lado al Banco Central con la política monetaria.

1. La secretaría de hacienda tiene declarada como misión “Proponer, dirigir y controlar la política económica del Gobierno Federal en materia financiera, fiscal, de gasto, de ingreso y deuda pública, así como de estadísticas, geografía e información, con el propósito de consolidar un país con crecimiento económico de calidad, equitativo, incluyente y sostenido, que fortalezca el bienestar de las mexicanas y los mexicanos” (<http://www.shcp.gob.mx>).
  - a. Las estrategias que puede adoptar la Secretaría de Hacienda son en materia de gasto e ingresos del gobierno, puede establecer variaciones en el gasto en función del objetivo que se plantee; también puede establecer variaciones en el ingreso mediante la modificación de los impuestos o la mejora en el cobro de los mismos.
2. Por su parte “El Banco de México es el banco central del Estado Mexicano. Por mandato constitucional, es autónomo en sus funciones y administración. Su finalidad es proveer a la economía del país de moneda nacional y su objetivo prioritario es procurar la estabilidad del poder adquisitivo de dicha moneda. Adicionalmente, le corresponde promover el sano desarrollo del sistema financiero y propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pago” (<http://www.banxico.org.mx/>).
  - a. Sus estrategias están basadas en el uso de la política monetaria sea expansiva o restrictiva dependiendo su objetivo fijado para la economía sea en términos de crecimiento del PIB o variaciones en la tasa de interés.

Para ambos jugadores los pagos esperados están en función del logro de sus objetivos en impacto a la economía el modelos IS-LM-BP mediante los multiplicadores de gasto y política monetaria puede ser una herramienta para medir el impacto esperado de cada una de las políticas de forma individual.

### 2.2.2 El mercado de bienes y servicios

En los modelos en que se analiza el mercado de los bienes y servicios se suele tener a los agentes que conforman la oferta y la demanda de manera separada para que finalmente la interacción de sus acciones lleve a un equilibrio en el mercado. Para este análisis se toma como agente representativo del sector al lado de la oferta es decir a las empresas, se asume que la decisión de los consumidores queda inmersa dentro de los oferentes al ser los propios consumidores los dueños de las empresas.

El papel económico de la empresas consiste en transformar insumos mediante el uso de factores en bienes de consumo (sean final o intermedio), para lograr este objetivo necesitan financiamiento, sin embargo como señala Mercado (2009) “hasta hace muy poco tiempo el financiamiento consistía únicamente en aportaciones de los socios, créditos de los proveedores y raras veces préstamos bancarios, hoy en día las fuentes crediticias se han ampliado, lo que permite que la captación del capital sea a un costo menor y por tal motivo sea más provechoso”

Como el mismo Mercado (2009) señala la función financiera para una empresa consiste en mantener al negocio abastecido de fondos para lograr sus metas, la empresa debe tener dinero para pagar sus deudas y respaldar cualquier necesidad que se le presente.

Levine (1997) señala que “el crecimiento de las industrias y las empresas que recurren periódicamente al financiamiento externo es desproporcionadamente más rápido en los países que cuentan con bancos y mercados de valores bien desarrollados que en los países en que el sistema financiero está poco desarrollado”.

Las estrategias de las empresas son:

- a. Invertir, una empresa puede realizar con sus excedentes de capital o mediante la obtención de un crédito en lo siguiente:
  - i. Financiero, esto se refiere a la compra de bonos de otras empresas o algún derivado dentro del mercado financiero, toda aquella actividad que ofrezca ganancias de la sola especulación.
  - ii. Productivo, también puede realizar actividades de inversión que le permitan incrementar o eficientar su producción, esto lo lograra a través de acceso al financiamiento o de la reinversión de sus beneficios.

Como señala Mercado (2009) “Los procedimientos que deben implantarse para procurar el aprovisionamiento de capitales varía en relación con la forma legal de organización, la cantidad que debe reunirse por la magnitud y naturaleza de las operaciones de la empresas y con las condiciones del mercado financiero.”

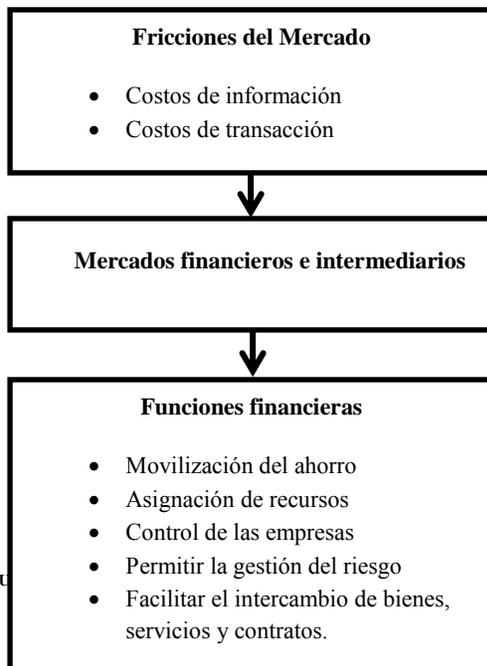
Los pagos del agente serán en función de los beneficios esperados dada la acción que decida realizar con sus recursos.

Levine (1997) señala que cuando “los mercados de capital son líquidos, los ahorradores pueden mantener activos que pueden vender rápida y fácilmente si necesitan movilizar sus ahorros”; esta afirmación nos lleva a tener una estrecha relación entre el mercado financiero y el mercado de bienes y servicios.

### 2.2.3 El mercado financiero

Como se menciona anteriormente el surgimiento del mercado financiero se haya ligado a la evolución del sistema económico de un país tal como señala Levine (1997) “existen indicios de que el nivel de desarrollo financiero es una buena variable predictiva de las futuras tasas de crecimiento, la acumulación de capital y los cambios tecnológicos”. La evidencia empírica muestra como a nivel de industrias de actividad económica y empresas existen largos períodos en que el desarrollo financiero ha tenido un efecto crucial en la velocidad y orientación del desarrollo económico (Levine, 1997).

Los mercados financieros tienen su origen en los bancos y surgen como un sistema que reduce el costo de la información y los costos de transacción esto desde luego influye en las tasa de ahorro, las decisiones sobre la inversión, la innovación tecnológico y las tasas de interés de a largo plazo (Levine, 1997).El siguiente grafico resume las funciones que cumple el mercado financiero y su relación con el crecimiento económico.



Mercado (2009) indica que “en términos generales la banca puede dividirse en banca comercial de depósitos y ahorro que opera con créditos a corto plazo y banca de inversión, que se encarga de satisfacer necesidades a largo plazo. La primera permite solucionar necesidades de activo circulante y la segunda ayuda a solventar los problemas de activo fijo”.

México tiene una economía bancarizada por lo que se toman a los corporativos financieros como agente representativo, las funciones teóricas declaradas en la teoría para el mercado financiero son:

1. Reasignador de recursos ocios, permite que los recursos de las personas dispuestas a ahorrar lleguen a manos de aquellos que desean obtener un crédito con bajos costos de transacción algunas de las herramientas estratégicas que tiene son:
  - a. Tecnologías de crédito (tipo de tasa); mediante el uso de esta herramienta la institución puede ofrecer diferentes tipos de tasa de interés que desde luego tendrán un impacto en la actividad económica.
  - b. Garantías, solicitar garantía colateral es una forma de eliminar el riesgo moral de los agentes.
2. Como cualquier institución con fines lucrativos tiene como objetivo maximizar sus ganancias para ello puede actuar sobre dos variables:
  - a. Tamaño óptimo
  - b. Fuentes de inversión riesgosa
3. Sus pagos son función de los beneficios que obtiene al maximizar.

Levine (1997) indica que “dados los vínculos que existen entre el funcionamiento del sistema financiero y el crecimiento económico, la formulación de políticas financieras óptimas reviste una importancia fundamental”.

A lo largo de la descripción de los agentes, sus comportamientos y sus estrategias se observa como la evidencia empírica muestra que en efecto existe una interrelación entre los mercados señalados y el agente gobierno. En el siguiente capítulo se realizará la modelación de esas estrategias para los agentes y como la interacción entre ellos lleva a resultados diferentes según el escenario en que se desenvuelve.

## Capítulo 3. La interdependencia

En el presente capítulo se modela la interdependencia económica entre los mercados de bienes y servicios, el mercado financiero y el gobierno; para ello se desarrollan tres juegos uno de ellos con información completa y perfecta que permite explorar los resultados de la interacción entre los agentes presentados para después ser contrastada con los resultados al relajar el supuesto de información perfecta y completa y finalmente establecer comparaciones con un juego de información asimétrica.

### 3.1 Generalidades

En el capítulo uno se presentaron los tipos de juego más comunes y usados en el ámbito económico, ahora que se conocen sus características debemos considerar cual es el tipo de juego más adecuado para modelar la interdependencia entre los agentes antes señalados, para ello se determina que las principales características del juego consistirán en un *juego dinámico*, del tipo **repetitivos**, así como los conocidos *juegos de señalización*.

#### 3.1.1 Elementos

Para presentar el juego debemos definir los elementos que señala Krause (1999) y que se detallan a continuación:

- ⇒ **Jugadores:** para este modelo se consideran cuatro jugadores: la secretaría de hacienda y el banco de México que representaran al gobierno, el sector empresarial que representara al mercado de bienes y servicios y las instituciones financieras en representación del mercado financiero.
- ⇒ **Acciones:**
  - Secretaría de Hacienda:
    - Incrementar el gasto público
    - Disminuir el gasto público
    - Incrementar la tasa impositiva
    - Disminuir las tasas impositivas
    - Eficientar la recaudación
    - Mantener un equilibrio presupuestal
  - Banco de México:
    - Incrementar la oferta monetaria
    - Disminuir la oferta monetaria
  - Sector empresarial:
    - Reinvertir sus excedentes en actividades productivas
    - Invertir sus excedentes en actividades financieras
    - Solicitar crédito
    - Incrementar su producción (hasta el tope de la capacidad)
    - Disminuir la oferta

- Instituciones financieras:
  - Reducir las tasas de interés
  - Incrementar las tasas de interés
  - Reasignar el ahorro
  - Participar en el mercado de derivados

⇒ **Información:**

- Secretaría de Hacienda:
  - Conoce el estado de la economía
  - Puede emitir señales sobre el futuro de la economía
  - Estima el impacto de sus acciones en el global de la economía, para aproximaciones estáticas.
- Banco de México:
  - Conoce el estado de la economía
  - Puede emitir señales sobre el futuro de la economía
  - Estima el impacto de sus acciones en el global de la economía, para aproximaciones estáticas.
- Sector empresarial:
  - Conoce las acciones de Banco de México y la Secretaria de Hacienda
  - Tiene sus propias expectativas sobre el futuro global de la economía
  - Conoce su función de producción
  - Conoce el mercado y la demanda efectiva
  - Conoce los precios de mercado
- Instituciones financieras:
  - Conoce la situación actual de la economía
  - Conoce las acciones de Banco de México y la Secretaria de Hacienda
  - Tiene sus propias expectativas sobre el futuro global de la economía
  - Conoce los precios de mercado

⇒ **Estrategias:**

- Secretaría de Hacienda:
  - Incrementar el gasto público, cuando la economía se encuentra en un periodo de recesión por contracción en la demanda agregada o en un periodo de estabilidad y se desea obtener el crecimiento económico.
  - Disminuir el gasto público, como media de reacción ante un shock negativo en la economía o una disminución de la recaudación.
  - Incrementar la tasa impositiva, cuando se decide financiar el gasto público mediante la recaudación, como una política publica de presupuesto equilibrado.
  - Disminuir las tasas impositivas, cuando se desea incentivar la demanda ante una crisis económica.
  - Eficientar la recaudación, cuando se decide financiar el gasto publico mediante la recaudación, como una política publica de presupuesto equilibrado.
- Banco de México:
  - Incrementar la oferta monetaria, cuando las tasas de interés son muy altas, cuando se espera un alza en el tipo de cambio.
  - Disminuir la oferta monetaria, para subir las tasa de interés, para incrementar el tipo de cambio.
- Sector empresarial:
  - Reinvertir sus excedentes en actividades productivas, cuando considera que el mercado va crecer y existe una demanda futura que satisfacer.
  - Invertir sus excedentes en actividades financieras, cuando se tiene la expectativa de que el mercado financiero presenta condiciones de crecimiento y rentabilidad alta.

- Solicitar crédito, cuando las condiciones del mercado de crédito son adecuadas para la rentabilidad que obtendrá al invertir el crédito.
  - Incrementar su producción (hasta el tope de la capacidad), cuando considera que el mercado va crecer y existe una demanda futura que satisfacer.
  - Disminuir la oferta, cuando considera una contracción futura de la demanda, de forma tal que reduce sus costos variables para mantener su margen de ganancia.
  - Instituciones financieras:
    - Reducir las tasas de interés.
    - Incrementar las tasas de interés.
    - Reasignar el ahorro.
    - Participar en el mercado de derivados.
- ⇒ **Recompensa:**
- Secretaría de Hacienda:
    - Incrementar el gasto público, incremento del PIB.
    - Disminuir el gasto público, disminución del PIB, vía demanda privada.
    - Incrementar la tasa impositiva, incremento de Gasto de Gobierno, incremento del PIB.
    - Disminuir las tasas impositivas, incremento del consumo privado y del PIB.
    - Eficientar la recaudación, incremento de Gasto de Gobierno, incremento del PIB.
  - Banco de México:
    - Incrementar la oferta monetaria, incremento del PIB.
    - Disminuir la oferta monetaria, para subir las tasa de interés, para incrementar el tipo de cambio.
  - Sector empresarial:
    - Reinvertir sus excedentes en actividades productivas, incremento de la inversión.
    - Invertir sus excedentes en actividades financieras, incremento de la tasa de interés e Inversión.
    - Solicitar crédito, incremento de la tasa de interés e Inversión.
    - Incrementar su producción, incremento del PIB.
    - Disminuir la oferta, incremento de los precios.
  - Instituciones financieras:
    - Reducir las tasas de interés
    - Incrementar las tasas de interés
    - Reasignar el ahorro
    - Participar en el mercado de derivados

### 3.2 Juego dinámico con información completa y perfecta

Para caracterizar el entorno de este juego se asumen los siguientes supuestos:

- ✓ Los agentes poseen información completa y perfecta.
- ✓ El gobierno puede anunciar dos políticas económicas y ambas son creíbles y alcanzables.
- ✓ Es un juego dinámico y por lo tanto se compone de las siguientes etapas:
  1. El gobierno da su anuncio
  2. Los agentes reaccionan en consecuencia
    - 2.1. Sector financiero
    - 2.2. Sector empresarial
    - 2.3. Política de gobierno Banco central y Secretaría de hacienda

### Descripción del juego

- ✓ Un conjunto finito de jugadores,  $N$ . Gobierno (G), que incluye 2 herramientas Secretaria de Hacienda (H) y Banco Central (C), Sector Financiero (F) y Sector Empresarial (E).  
 $N = \{G, F, E\}$ ; Donde  $G = \{H, C\}$ ; en general cada jugador se denota como  $N_j$ , donde  $j$  va de 1 a 5.
- ✓ Un conjunto de acciones,  $A$ , que incluye todas las acciones posibles que podrían potencialmente ser tomadas en algunos puntos en el juego.  
 $A = \{A_G, A_F, A_E, A_H, A_C\}$ ; en general el conjunto de acciones de cada jugador se denota como  $A_j$  y la acción específica de un “ $j$ ” jugador, en un “ $s$ ” escenario posible se denota como  $A_{ji}^s$ .
  - El agente G puede tomar 2 acciones, en la primera etapa del juego, (dependiendo de sus prioridades). Estas acciones son: Estabilidad (G1) y Crecimiento (G2). El conjunto de acciones de G se denota como:  $A_G = \{G1, G2\}$
  - El agente F puede tomar 2 acciones para cada acción que haya tomado el agente G. El conjunto de acciones de F se denota como:  $A_F = \{F_1^{G1}, F_2^{G1}, F_1^{G2}, F_2^{G2}\}$ 
    - Si el agente G eligió G1, entonces F puede:
      - Captar más ahorro ( $F_1^{G1}$ ), mediante el establecimiento de estrategias comerciales como altos rendimientos o garantías al ahorro.
      - Dar más crédito ( $F_2^{G1}$ ), mediante el establecimiento de estrategias comerciales como bajas e la tasa de interés o el incremento en facilidades para otorgar el crédito.
    - Si el agente G eligió G2, entonces F puede:
      - Dar más crédito ( $F_1^{G2}$ ), mediante el establecimiento de estrategias comerciales como bajas e la tasa de interés o el incremento en facilidades para otorgar el crédito.
      - Invertir en activos financieros ( $F_2^{G2}$ ), participar en el mercado de derivados a fin de obtener mayores beneficios que los que obtiene por las funciones bancarias.
  - El agente E puede tomar 2 acciones en consecuencia de las acciones que haya tomado G y F. El conjunto de acciones del agente E se denota como:  $A_E = \{E_1^{G1}, E_2^{G1}, E_1^{G2}, E_2^{G2}\}$ .
    - Si el agente G eligió G1, entonces E puede:

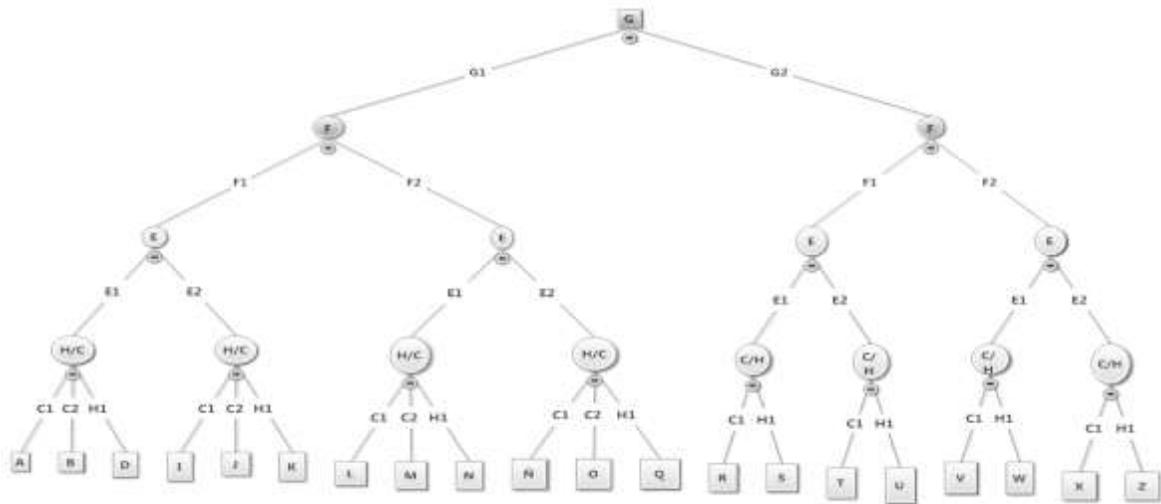
- Invertir en producción ( $E_1^{G1}$ ), a partir de sus ganancias y/o contribuciones de accionistas se realizan acciones que logran el incremento de la producción.
- Ahorrar ( $E_2^{G1}$ ), a partir de sus ganancias se reservan (mediante una cuenta de ahorro bancaria) para futuras inversiones o reparto entre sus propietarios.
- Si el agente G eligió G2, entonces E puede:
  - Solicitar crédito para invertir en producción ( $E_1^{G2}$ ), a partir de un crédito se realizan acciones que logran el incremento de la producción.
  - Solicitar crédito para invertir en activos financieros ( $E_2^{G2}$ ), a partir de un crédito se participa en el mercado de derivados a fin de obtener mayores beneficios que los que obtiene por el desarrollo de sus actividades empresariales.
- En la última etapa de del juego el agente G se mueve mediante las estrategias de sus dos herramientas según el movimiento realizado en la etapa 1. El conjunto de las estrategias de G con el uso de sus dos herramientas se denota como:  $A_{G(H,C)} = \{C_1^{G1}, C_2^{G1}, H_1^{G1}, C_1^{G2}, H_1^{G2}\}$ 
  - Si el agente G eligió G1, entonces puede:
    - Control de la tasa de interés ( $C_1^{G1}$ ), el Banco Central puede manipular la tasa de interés mediante el control del dinero en circulación.
    - Control de la inflación ( $C_2^{G1}$ ), el Banco Central puede manipular la inflación mediante el control del dinero en circulación.
    - Mantener un presupuesto equilibrado ( $H_1^{G1}$ ), la Secretaría de Hacienda toma acciones para que no exista un déficit en el presupuesto del Gobierno.
  - Si el agente G eligió G2, entonces puede:
    - Disminuir la tasa de interés ( $C_1^{G2}$ ), el Banco Central puede manipular la tasa de interés mediante el control del dinero en circulación.
    - Incrementar el gasto público ( $H_1^{G2}$ ), la Secretaría de Hacienda toma acciones para realizar un incremento en el Gasto Público incluyendo si es necesario incurrir en déficit presupuestal.
- ✓ El juego se desarrolla en un conjunto de nodos, o historias, X.
  - En la primer etapa del juego se encuentra el nodo inicial ( $X_0$ ) el gobierno da su anuncio sobre la acción que tomara del conjunto  $A_G\{G1, G2\}$

- En la segunda etapa del juego se definen dos nodos en los que el jugador F decide qué acción tomara, de su conjunto  $A_F = \{F_1^{G1}, F_2^{G1}, F_1^{G2}, F_2^{G2}\}$ , en función de la acción tomada por G en  $X_0$ . Estos nodos se describen como:
  - $x_1 = \{F_1^{G1}, F_2^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$
  - $x_2 = \{F_1^{G2}, F_2^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$ .
- En la tercera etapa del juego se definen 4 nodos en los que el jugador E debe decidir qué acción tomara, de su conjunto  $A_E = \{E_1^{G1}, E_2^{G1}, E_1^{G2}, E_2^{G2}\}$ , en función de la acción tomada por G y F. Estos nodos se describen como:
  - $x_3 = \{E_1^{G1}, E_2^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$  y  $x_1 = \{F_1^{G1}\}$
  - $x_4 = \{E_1^{G1}, E_2^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$  y  $x_1 = \{F_2^{G1}\}$
  - $x_5 = \{E_1^{G2}, E_2^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$  y  $x_2 = \{F_1^{G2}\}$
  - $x_6 = \{E_1^{G2}, E_2^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$  y  $x_2 = \{F_2^{G2}\}$
- En la cuarta etapa del juego se definen 8 nodos en los que el jugador G mediante sus instrumentos C y H decide que acción, de su conjunto  $A_{G(H,C)} = \{C_1^{G1}, C_2^{G1}, H_1^{G1}, C_1^{G2}, H_1^{G2}\}$ , tomara en función de las acciones tomadas por G en la etapa 1, F e I en la etapas 2 y 3. Estos nodos se describen como:
  - $x_7 = \{C_1^{G1}, C_2^{G1}, H_1^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$ ;  $x_1 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_3 = \{E_1^{G1}\}$
  - $x_8 = \{C_1^{G1}, C_2^{G1}, H_1^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$ ;  $x_1 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_3 = \{E_2^{G1}\}$
  - $x_9 = \{C_1^{G1}, C_2^{G1}, H_1^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$ ;  $x_2 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_4 = \{E_1^{G1}\}$
  - $x_{10} = \{C_1^{G1}, C_2^{G1}, H_1^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$ ;  $x_2 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_4 = \{E_2^{G1}\}$
  - $x_{11} = \{C_1^{G2}, H_1^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$ ;  $x_1 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_5 = \{E_1^{G1}\}$
  - $x_{12} = \{C_1^{G2}, H_1^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$ ;  $x_1 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_5 = \{E_2^{G1}\}$
  - $x_{13} = \{C_1^{G2}, H_1^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$ ;  $x_2 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_6 = \{E_1^{G1}\}$
  - $x_{14} = \{C_1^{G2}, H_1^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$ ;  $x_2 = \{F_1^{G1}\}$  y  $x_6 = \{E_2^{G1}\}$
- ✓ Los pagos (P) dependen de la acción tomada por el agente así como de las acciones tomadas en las etapas previas, en la siguiente tabla se presentan los pagos a cada  $A_{ji}^S$ , los pagos se representan como  $P_{A_{ji}}^S$ , donde P es el pago del jugador “j” por la acción “i” tomada en el escenario “s”.

Gobierno (G)			
Estrategias		Pagos	
Estabilidad (G1)		$P_{G1}(\pi^-, r^-, U^-, \bar{Y})$	
Crecimiento (G2)		$P_{G2}(\bar{\pi}, \bar{r}, U^-, Y^+)$	
Sector Financiero (F)			
Estabilidad		Crecimiento	
Estrategias	Pagos	Estrategias	Pagos
Captar más ahorro ( $F_1^{G1}$ )	$P_{F1}^{G1}(r^-, B^+)$	Dar más crédito ( $F_1^{G2}$ )	$P_{F1}^{G2}(r^+, B^+)$
Dar más crédito ( $F_2^{G1}$ )	$P_{F2}^{G1}(r^+, B^+)$	Invertir en activos financieros ( $F_2^{G2}$ )	$P_{F2}^{G2}(r^+, B^+)$
$P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$		$P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$	

Sector Empresarial (E)			
Estabilidad		Crecimiento	
Estrategias	Pagos	Estrategias	Pagos
Invertir en producción ( $E_1^{G1}$ )	$P_{E1}^{G1}(Y^+, B^+)$	Solicitar crédito para invertir en producción ( $E_1^{G2}$ )	$P_{E1}^{G2}(Y^+, B^+)$
Ahorrar ( $E_2^{G1}$ )	$P_{E2}^{G1}(\bar{Y}, B^+)$	Solicitar crédito para invertir en activos financieros ( $E_2^{G2}$ )	$P_{E2}^{G2}(Y^-, B^+)$
$P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$		$P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$	
Herramientas de gobierno: Banco Central (C)/Secretaría de Hacienda (H)			
Estabilidad		Crecimiento	
Estrategias	Pagos	Estrategias	Pagos
Control de la tasa de interés ( $C_1^{G1}$ )	$P_{C1}^{G1}(\bar{\pi}, r^-, U^+, \bar{Y})$	Disminuir la tasa de interés ( $C_1^{G2}$ )	$P_{C1}^{G2}(\pi^-, r^-, U^+, Y^+)$
Control de la inflación ( $C_2^{G1}$ )	$P_{C2}^{G1}(\pi^-, \bar{r}, U^+, \bar{Y})$	Incrementar el gasto público ( $H_1^{G2}$ )	$P_{H1}^{G2}(\bar{\pi}, r^+, U^-, \bar{Y})$
Mantener un presupuesto equilibrado ( $H_1^{G1}$ )	$P_{H1}^{G1}(\bar{\pi}, r^-, U^+, \bar{Y})$		
$P_{C2}^{G1} > P_{C1}^{G1} > P_{H1}^{G1}$		$P_{C1}^{G2} < P_{H1}^{G2}$	

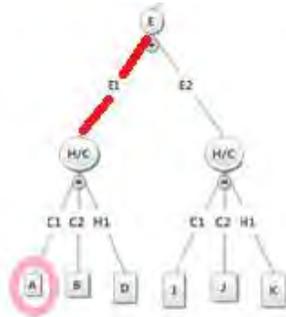
Representación del juego en su forma extensiva



En la siguiente tabla se resumen los pagos finales obtenidos en cada uno de los nodos finales.

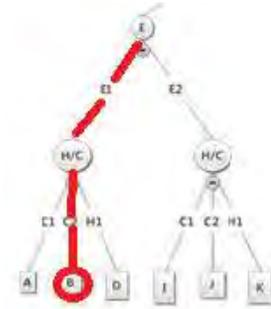
	Estrategias	Pagos		Estrategias	Pagos
A	{ G1, F1 <sup>G1</sup> , E1 <sup>G1</sup> , C1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G1</sup> }	O	{ G1, F2 <sup>G1</sup> , E2 <sup>G1</sup> , C2 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C2</sub> <sup>G1</sup> }
B	{ G1, F1 <sup>G1</sup> , E1 <sup>G1</sup> , C2 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C2</sub> <sup>G1</sup> }	Q	{ G1, F2 <sup>G1</sup> , E2 <sup>G1</sup> , H1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G1</sup> }
D	{ G1, F1 <sup>G1</sup> , E1 <sup>G1</sup> , H1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G1</sup> }	R	{ G2, F1 <sup>G2</sup> , E1 <sup>G2</sup> , C1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G2</sup> }
I	{ G1, F1 <sup>G1</sup> , E2 <sup>G1</sup> , C1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G1</sup> }	S	{ G2, F1 <sup>G2</sup> , E1 <sup>G2</sup> , H1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G2</sup> }
J	{ G1, F1 <sup>G1</sup> , E2 <sup>G1</sup> , C2 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C2</sub> <sup>G1</sup> }	T	{ G2, F2 <sup>G2</sup> , E2 <sup>G2</sup> , C1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G2</sup> }
K	{ G1, F1 <sup>G1</sup> , E2 <sup>G1</sup> , H1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G1</sup> }	U	{ G2, F2 <sup>G2</sup> , E2 <sup>G2</sup> , H1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G2</sup> }
L	{ G1, F2 <sup>G1</sup> , E1 <sup>G1</sup> , C1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G1</sup> }	V	{ G2, F2 <sup>G2</sup> , E1 <sup>G2</sup> , C1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G2</sup> }
M	{ G1, F2 <sup>G1</sup> , E1 <sup>G1</sup> , C2 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C2</sub> <sup>G1</sup> }	W	{ G2, F2 <sup>G2</sup> , E1 <sup>G2</sup> , H1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G2</sup> }
N	{ G1, F2 <sup>G1</sup> , E1 <sup>G1</sup> , H1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E1</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G1</sup> }	X	{ G2, F2 <sup>G2</sup> , E2 <sup>G2</sup> , C1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G2</sup> }
Ñ	{ G1, F2 <sup>G1</sup> , E2 <sup>G1</sup> , C1 <sup>G1</sup> }	{ P <sub>G1</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G1</sup> , P <sub>C1</sub> <sup>G1</sup> }	Z	{ G2, F2 <sup>G2</sup> , E2 <sup>G2</sup> , H1 <sup>G2</sup> }	{ P <sub>G2</sub> , P <sub>F2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>E2</sub> <sup>G2</sup> , P <sub>H1</sub> <sup>G2</sup> }





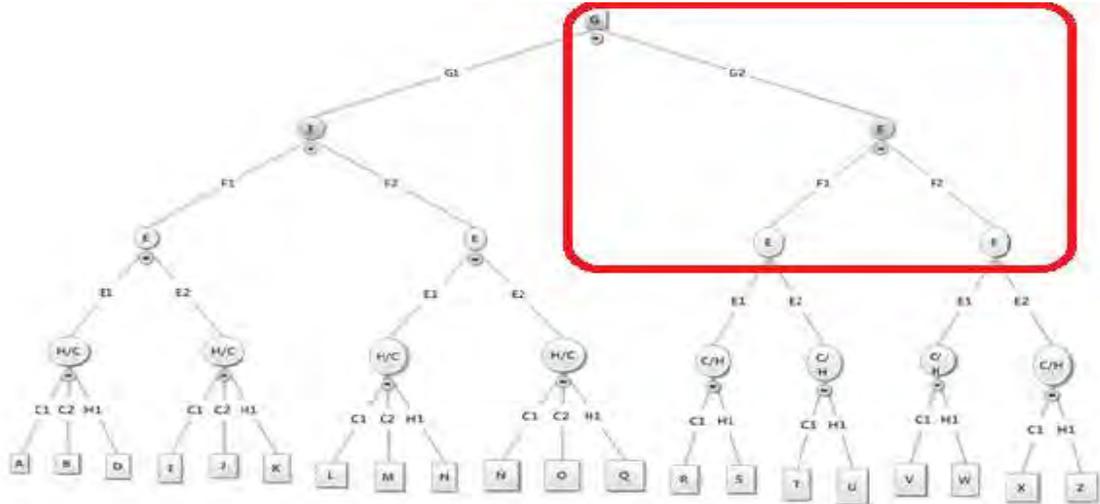
Tomando como supuesto que el Jugador E ha tomado como estrategia E1, ¿es probable que sea elegido el nodo final “A”?

El pago que corresponde al nodo A es  $P_{C_1}^{G_1}$ , dados los supuestos sobre los valores de los pagos tenemos que  $P_{C_2}^{G_1} > P_{C_1}^{G_1} > P_{H_1}^{G_1}$  por lo tanto la solución en este punto es el nodo B el cual corresponde al pago  $P_{C_2}^{G_1}$  en este



sentido A se considera una amenaza no creíble puesto que no es racional elegir un nodo con un pago menor toda vez que se conocen los movimientos realizados en etapas previas.

- En este ejemplo considérese el sub-juego señalado en la siguiente imagen:



Dado que G ha elegido tomar G2 ¿es una estrategia creíble para F el tomar F1?, No, no lo es consideremos que  $P_{F_1}^{G_2} < P_{F_2}^{G_2}$  por lo tanto el pago de jugar la estrategia F2 es mayor que el jugar F1 ello implica que F deberá tomar F2.



Los ejemplos anteriores permiten observar los beneficios del uso del método de inducción hacia atrás, en el juego planteado originalmente se considera que tanto G1 como G2 son estrategias creíbles y alcanzables para el gobierno, por tal motivo el resultado final del juego presentado depende de la estrategia inicial del Gobierno, en virtud de que ambas son creíbles se analizan los resultados del juego considerando los siguientes supuestos:

1. Considérese que la prioridad nacional es la estabilidad por lo tanto  $G1 > G2$ , partiendo de este supuesto la solución del juego sería como muestra la tabla siguiente:

Etapas	Supuestos	Estrategias probables
4	$P_{C2}^{G1} > P_{C1}^{G1} > P_{H1}^{G1}$	$P_{C1}^{G2} < P_{H1}^{G2}$
3	$P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$	$P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$
2	$P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$	$P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$
1	$G1 > G2$	

Por lo tanto el conjunto de estrategias que solucionan el juego quedaría determinado por  $\{ G1, F_2^{G1}, E_2^{G1}, C_2^{G1} \}$  y los pagos resultantes de este equilibrio son  $\{ P_{G1}, P_{F2}^{G1}, P_{E2}^{G1}, P_{C2}^{G1} \}$ .

- Estabilidad (G1):  $P_{G1}(\pi^-, r^-, U^-, \bar{Y})$
- Dar más crédito ( $F_2^{G1}$ ):  $P_{F2}^{G1}(r^+, B^+)$
- Ahorrar ( $E_2^{G1}$ ):  $P_{E2}^{G1}(\bar{Y}, B^+)$
- Control de la inflación ( $C_2^{G1}$ ):  $P_{C2}^{G1}(\pi^-, \bar{r}, U^+, \bar{Y})$

2. Considérese que la prioridad nacional es el crecimiento por lo tanto  $G1 < G2$ , partiendo de este supuesto la solución del juego sería como muestra la tabla siguiente:

Etapas	Supuestos	Estrategias probables
4	$P_{C2}^{G1} > P_{C1}^{G1} > P_{H1}^{G1}$	$P_{C1}^{G2} < P_{H1}^{G2}$
3	$P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$	$P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$
2	$P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$	$P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$
1	$G1 < G2$	

Por lo tanto el conjunto de estrategias que solucionan el juego quedaría determinado por  $\{ G2, F_2^{G2}, E_1^{G2}, H_1^{G2} \}$  y los pagos resultantes de este equilibrio son  $\{ P_{G2}, P_{F2}^{G2}, P_{E1}^{G2}, P_{H1}^{G2} \}$ .

- Crecimiento (G2):  $P_{G2}(\bar{\pi}, \bar{r}, U^-, Y^+)$
- Invertir en activos financieros ( $F_2^{G2}$ ):  $P_{F2}^{G2}(r^+, B^+)$
- Solicitar crédito para invertir en producción ( $E_1^{G2}$ ):  $P_{E1}^{G2}(Y^+, B^+)$
- Incrementar el gasto público ( $H_1^{G2}$ ):  $P_{H1}^{G2}(\bar{\pi}, r^+, U^-, \bar{Y})$

Como se señala previamente el método de inducción hacia atrás garantiza que en la solución se encuentren equilibrios de Nash que corresponden además a estrategias creíbles, de tal modo que al considerarse únicamente las estrategias creíbles no es posible obtener un

resultado diferente puesto que la amenaza de alguno de los jugadores de tomar una estrategia diferente a la que conduce al equilibrio encontrado es no creíble y por lo tanto no modificara la conducta del siguiente agente en turno.

### 3.3 Juego con información completa pero imperfecta.

Para el análisis de esta sección considérense la misma descripción del juego presentado en 3.2 sin embargo, para esta etapa se ha modificado en el juego el supuesto de información completa y perfecta; para este análisis es necesario asumir que los jugadores E y F realizan sus movimientos de forma simultánea por tal razón no es posible que uno de ellos tenga información sobre la acción que ha tomado el otro.

Con el supuesto de información imperfecta el juego se acerca un poco más a una realidad tangible, ya que este supuesto implica que todos los jugadores conocen los pagos que existen en el juego, adicionalmente cada uno de ellos sabe que el resto lo saben, sin embargo en la segunda y tercera etapa el juego se da de forma simultánea. Es decir que los jugadores E y F escuchan al mismo tiempo el anuncio de G y en consecuencia mueven de forma simultánea, posteriormente H y C saben lo que ha ocurrido y realizan su movimiento.

#### *Antecedentes*

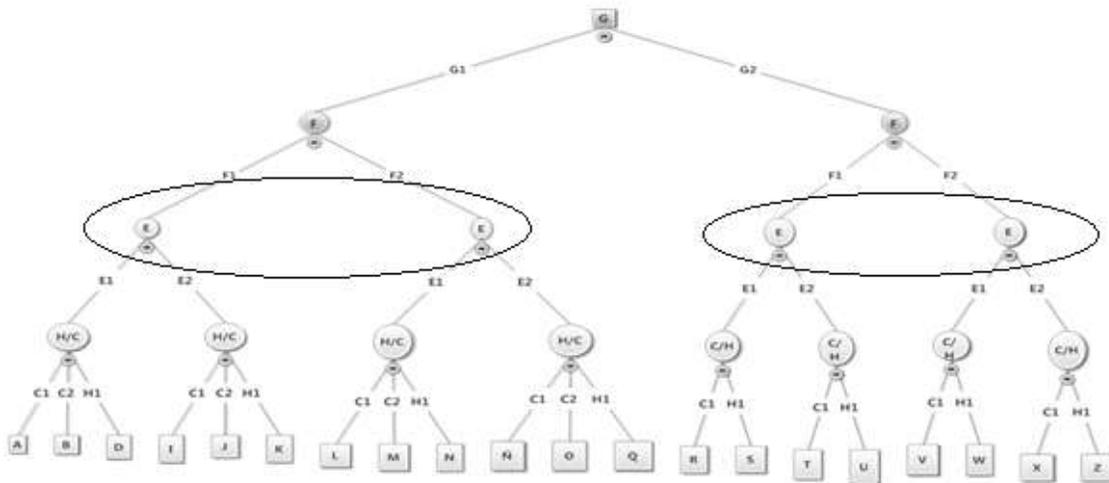
Para caracterizar el entorno de este juego se asumen los siguientes supuestos:

- ✓ Los agentes poseen información completa pero imperfecta.
- ✓ El gobierno puede anunciar dos políticas económicas y ambas son creíbles y alcanzables.
- ✓ Es un juego dinámico y por lo tanto se compone de las siguientes etapas:
  1. El gobierno da su anuncio
  2. Los agentes E y F escuchan el anuncio de G simultáneamente.
  3. E y F mueven de forma simultánea dado el anuncio de G; en este sentido E desconoce el movimiento que hará F, al mismo tiempo que F desconoce el movimiento que hará E; sin embargo ambos conocen sus funciones de pago propias y del resto de los agentes.
  4. H y C realizan sus movimientos conociendo los resultados obtenidos en las etapas previas del juego.

*Descripción del juego*

- ✓ Se considera el mismo conjunto de jugadores que en 3.2  $N=\{G,F,E\}$ ; Donde  $G=\{H,C\}$ .
- ✓ Se considera el mismo conjunto de acciones que en 3.2;  $A = \{A_G, A_F, A_E, A_H, A_C\}$ .
- ✓ El juego se desarrolla en el mismo conjunto de conjunto de nodos, o historias,  $X$ , que en 3.2.
  - En la primer etapa del juego se encuentra el nodo inicial ( $X_0$ ) se mantiene igual.
  - La segunda y tercer etapa del juego se desarrollan de forma simultanea:
    - $x_1 = \{F_1^{G1}, F_2^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$
    - $x_2 = \{F_1^{G2}, F_2^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$ .
    - $x_3 = \{E_1^{G1}, E_2^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$
    - $x_4 = \{E_1^{G1}, E_2^{G1}\} \setminus X_0 = \{G1\}$
    - $x_5 = \{E_1^{G2}, E_2^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$
    - $x_6 = \{E_1^{G2}, E_2^{G2}\} \setminus X_0 = \{G2\}$
  - En la cuarta etapa del juego se desarrolla igual que en 3.2.
- ✓ Los pagos ( $P$ ) se mantienen bajo los mismos supuestos que 3.2.

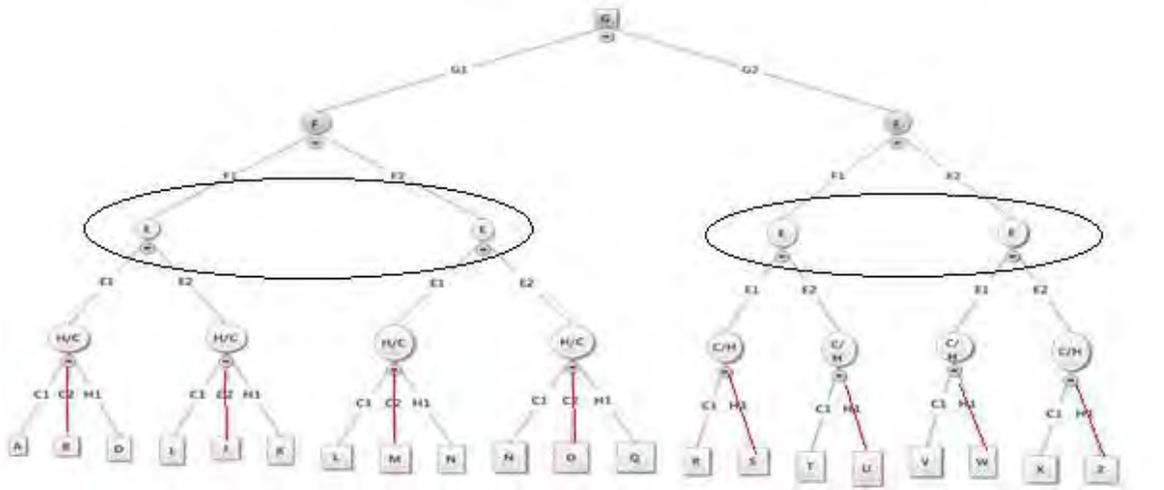
*Representación del juego en su forma extensiva*



Para dar solución al juego en primer lugar se parte del método de inducción hacia atrás.

1. Etapa 4.

Etapa	Supuestos	Estrategias probables
4	$P_{C2}^{G1} > P_{C1}^{G1} > P_{H1}^{G1}$ $P_{C1}^{G2} < P_{H1}^{G2}$	$\{B,J,M,O,S,U,W,Z\}$



2. Etapa 3. En esta etapa es el momento del jugador E para decidir qué estrategia deberá tomar, sin embargo desconoce los movimientos que ha realizado F. Por lo tanto la solución de la etapa 3 y 2 se da de forma simultánea.

Etapa	Supuestos	Estrategias probables
3	$P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$ $P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$	{J,O,S,W}

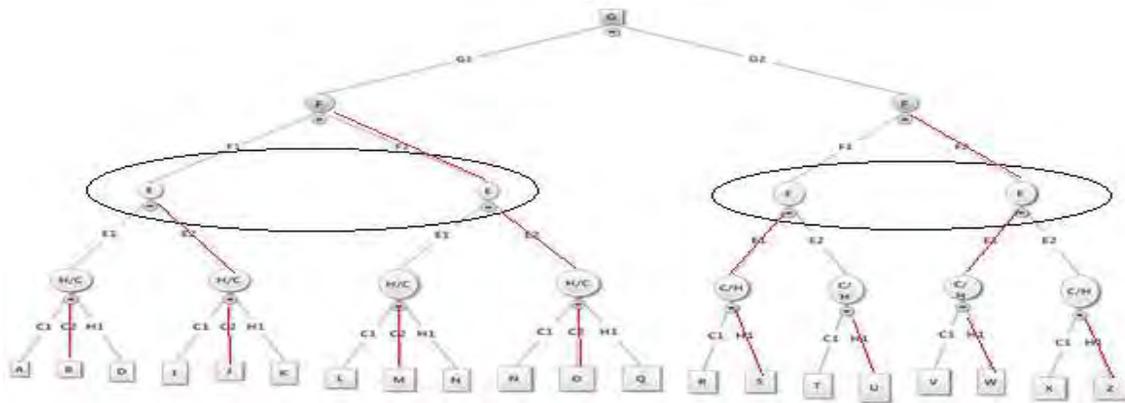
La solución en esta etapa debe realizarse mediante el método de estrategias dominantes de Nash, es decir que el jugador debe tomar aquella acción que le represente la mejor respuesta ante cualquier acción que tomara el otro jugador.

- Asumiendo  $G1 > G2$

		E		
		E1	E2	
F	F1	$P_{F1}^{G1}, P_{E1}^{G1}$	$P_{F1}^{G1}, P_{E2}^{G1}$	$P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$ $P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$
	F2	$P_{F2}^{G1}, P_{E1}^{G1}$	$P_{F2}^{G1}, P_{E2}^{G1}$	

- Asumiendo  $G2 > G1$

		E		
		E1	E2	
F	F1	$P_{F1}^{G2}, P_{E1}^{G2}$	$P_{F1}^{G2}, P_{E2}^{G2}$	$P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$ $P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$
	F2	$P_{F2}^{G2}, P_{E1}^{G2}$	$P_{F2}^{G2}, P_{E2}^{G2}$	



Como se puede observar la solución probable del presente juego depende de la estrategia fijada a priori por G y al igual que en el juego presentado en 2.3 las probables soluciones serán O y W.

Después de presentar el análisis de ambos juegos se observa que a pesar de relajar el supuesto de información perfecta se mantienen los resultados, es decir que aun cuando en la etapa 2 y 3 no se dan en forma sucesiva y por lo tanto E desconoce lo que ha hecho F al conocer las funciones de pago, sabe cuál es la estrategia creíble que podrá tomar su homólogo y por lo tanto reacciona tomando aquella estrategia que le da el mejor pago; por lo tanto se mantiene el equilibrio encontrado cuando la información es perfecta.

### 3.4 Juego con información incompleta.

En la sección 3.2 se presenta un juego en el que la información que tienen los jugadores es completa y perfecta, ello implica que cada uno de los jugadores conoce los pagos propios así como del resto de los jugadores, adicionalmente al presentarse un juego dinámico el jugador en turno conoce la historia previa que se ha desarrollado.

En la sección 3.3 se relaja el supuesto sobre la información con que se cuenta en el desarrollo del juego, en esta ocasión dos de los jugadores realizan sus movimientos de forma simultánea por lo que en las etapas 2 y 3 del juego la información es imperfecta en virtud de que dichos agentes desconocen cuál será el movimiento de su homólogo, sin embargo ambos conocen perfectamente las funciones de pago tanto propias como del resto

de los jugadores, ello permite encontrar equilibrios de Nash puesto que cada jugador puede tomar como estrategia “la mejor respuesta” ante lo que decida hacer su homólogo (aun cuando desconoce que hará).

Lo anterior implica que al conocer las funciones de pago de los jugadores el jugador en turno puede determinar cuáles serían amenazas creíbles y cuáles no, como se observa en dicha sección los equilibrios encontrados en ambos juegos son básicamente los mismos.

En esta sección se parte del supuesto de información incompleta, con la finalidad de acercar los supuestos, del juego diseñado, a la realidad en que pueden desarrollarse; el supuesto de información incompleta implica que los jugadores (al menos en un subjuego) desconocen las funciones de pago de sus homólogos y por lo tanto deben “especular” sobre aquellas estrategias que corresponden a amenazas creíbles o no del resto de los jugadores.

### *Antecedentes*

Al inicio de la sección 3.2 se asume que las políticas que anuncia el gobierno son en ambos casos creíbles y alcanzables, esto implica que el gobierno decide cuál de las estrategias de las que dispone será su prioridad y esta estrategia es creíble para el resto de los jugadores y alcanzable para el gobierno, por lo tanto las decisiones del resto de los jugadores se toman en función de dicho escenario planteado por el gobierno en una primera etapa.

Como se puede observar, también, al ser creíbles G1 y G2 todos los pagos de los agentes dependen de este valor, por lo tanto los pagos recibidos por los agentes son conocidos y están en función de la estrategia que anuncie el gobierno.

Como se señala anteriormente en esta sección se presenta el desarrollo del juego en un ambiente de información incompleta, esto es los jugadores desconocen cuál es pago que recibirán el resto de los agentes, dicha situación se presenta debido a que en esta sección se relaja el supuesto de la “credibilidad” sobre las estrategias del gobierno.

Para caracterizar el entorno de este juego se asumen los siguientes supuestos:

- ✓ Los agentes poseen información incompleta.

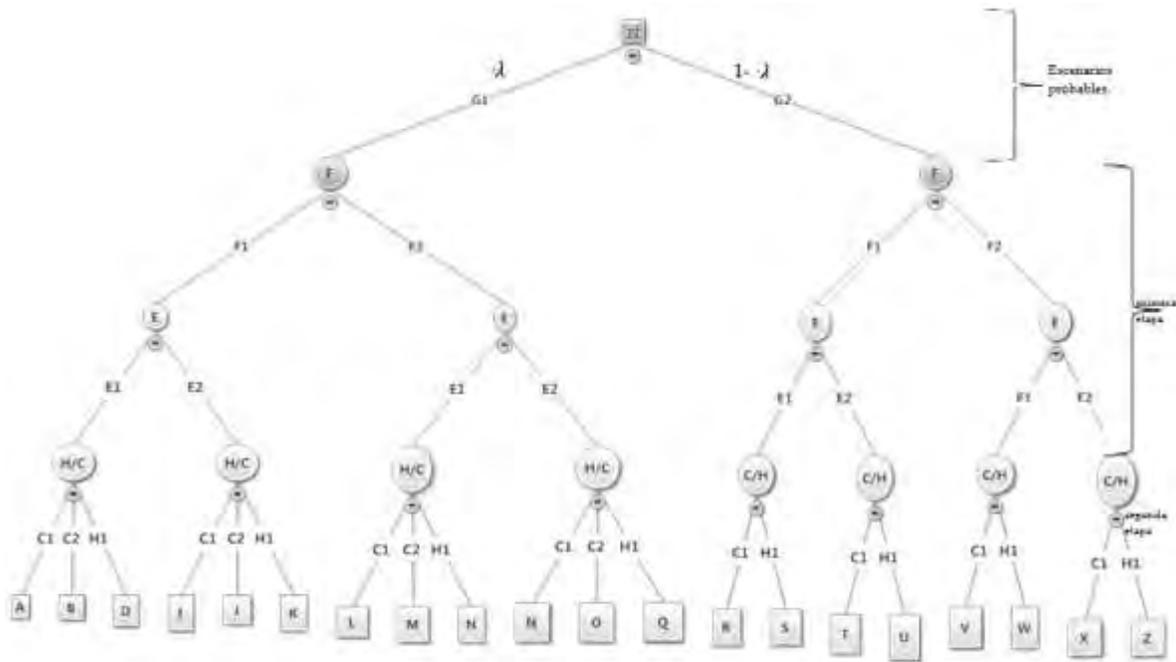
- ✓ El gobierno puede anunciar dos políticas económicas, sin embargo los agentes estiman una probabilidad de ocurrencia de la política anunciada. La falta de credibilidad del anuncio del Gobierno puede ser tener principalmente dos causas, en primer lugar se justifica por el aprendizaje pasado de los agentes donde ante el mismo anuncio la economía llegó a una situación diferente al anunciado, en segundo lugar también puede darse el caso de que se anuncie una política pero las señales, con referencia a las acciones de política pública, sean diferentes de tal forma que los agentes establecen una probabilidad de ocurrencia de la política.
- ✓ Es un juego dinámico y por lo tanto se compone de las siguientes etapas:
  1. El gobierno da su anuncio
  2. Los agentes E y F especulan sobre la probabilidad de ocurrencia del anuncio dado por el gobierno y mueven en consecuencia.
    - 2.1. Aun cuando ambos agentes observan de manera independiente el anuncio de G y el escenario, el valor de la probabilidad de ocurrencia del anuncio ( $\lambda$ ) que asumen es el mismo para ambos agentes (E y F).
  3. H y C realizan sus movimientos conociendo los resultados obtenidos en las etapas previas del juego.

### *Descripción del juego*

- ✓ Se considera el mismo conjunto de jugadores que en 3.2  $N=\{G,F,E\}$ ; Donde  $G=\{H,C\}$ .
- ✓ Se considera el mismo conjunto de acciones que en 3.2;  $A = \{A_G, A_F, A_E, A_H, A_C\}$ .
- ✓ El juego se desarrolla en el mismo conjunto de conjunto de nodos, o historias, X, que en 3.2.
- ✓ Los pagos (P) se mantienen bajo los mismos supuestos que 3.2, sin embargo estos al seguir dependiendo de G1 y G2 son inciertos.

### *Representación del juego en su forma extensiva*

Para representar este juego, se lleva a cabo la *transformación de Harsanyi* misma que permite representar al juego como un juego de información imperfecta. Se parte de un estado de la naturaleza (N) que determinará con una probabilidad  $\lambda$  la ocurrencia de G1 y G2, a partir de este nodo el resto de los jugadores moverá desconociendo si ha ocurrido G1 y G2, es decir como en el caso de un juego de información imperfecta.



**Solución**

Para dar solución al juego, representado arriba mediante la transformación de Harsany, el juego se ha dividido en 2 grandes etapas: en la *primera etapa* partiendo del estado de la naturaleza realizan su movimiento, de forma simultánea, los jugadores E y F. De esta etapa resulta la siguiente matriz de pagos, la cual contempla el valor de λ como la ocurrencia de G1 y G2 mismos que influyen en el pago de los jugadores en turno.

**Matriz de pagos<sup>11</sup>**

	<b>E1,E1</b>	<b>E1,E2</b>	<b>E2,E1</b>	<b>E2,E2</b>
<b>F1</b>	$(\lambda P_{F1}^{G1} + P_{F1}^{G2} - \lambda P_{F1}^{G2}),$			
<b>F2</b>	$(\lambda P_{F2}^{G1} + P_{F2}^{G2} - \lambda P_{F2}^{G2}),$			

<sup>11</sup> Los pagos presentados fueron obtenidos de la siguiente forma:  $(F1;E1,E1) = \lambda(P_{F1}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F1}^{G2}, P_{E1}^{G2})$ ;  $(F1;E1,E2) = \lambda(P_{F1}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F1}^{G2}, P_{E2}^{G2})$ ;  $(F1;E2,E1) = \lambda(P_{F1}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F1}^{G2}, P_{E1}^{G2})$ ;  $(F1;E2,E2) = \lambda(P_{F1}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F1}^{G2}, P_{E2}^{G2})$ ;  $(F2;E1,E1) = \lambda(P_{F2}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F2}^{G2}, P_{E1}^{G2})$ ;  $(F2;E1,E2) = \lambda(P_{F2}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F2}^{G2}, P_{E2}^{G2})$ ;  $(F2;E2,E1) = \lambda(P_{F2}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F2}^{G2}, P_{E1}^{G2})$  y  $(F2;E2,E2) = \lambda(P_{F2}^{G1}, P_{E1}^{G1}) + (1 - \lambda)(P_{F2}^{G2}, P_{E2}^{G2})$ .

Para encontrar un equilibrio en la matriz de pagos presentada antes es necesario asignar un valor a  $\lambda$ , con este valor se encuentran el o los probables equilibrios y entonces en la *segunda etapa* se permite al último jugador tomar su decisión con pleno conocimiento de la historia previa del juego.

El valor que toma  $\lambda$  va de 0 a 1 y es de vital importancia ya que determina el rumbo que tomara el juego e implica el grado de credibilidad que tiene el jugador G; cuando el gobierno anuncia estabilidad (G1) E y F le creen con una probabilidad  $\lambda$ , mientras que con una probabilidad  $1 - \lambda$  asumen que habrá un crecimiento (E2). Para analizar las implicaciones del valor de  $\lambda$  se exploran a continuación escenarios para 4 valores de  $\lambda$ .

- Escenario determinista
  - $\lambda = 0$
  - $\lambda = 1$
- Escenario aleatorio
  - $\lambda = \frac{1}{4}$
  - $\lambda = \frac{3}{4}$

### ***Análisis determinista***

En esta sección se asignan los dos valores extremos que puede tomar  $\lambda$  y convertir al juego en determinístico siendo equiparable con el juego presentado en 3.2 donde las estrategias del gobierno eran creíbles.

a)  $\lambda = 0$

En este escenario se considera como creíble la estrategia G2, ello implica que independientemente del anuncio que haya hecho el jugador G los jugadores E y F han asumido que la única probabilidad de ocurrencia es G2, ello puede ser propiciado por las acciones de política pública que observan o bien por experiencias pasadas.

Al asignar el valor de *cero* a  $\lambda$  la matriz de pagos se reduce a la siguiente:

	E1,E1	E1,E2	E2,E1	E2,E2
F1	$p_{F1}^{G2}, p_{E1}^{G2}$	$p_{F1}^{G2}, p_{E2}^{G2}$	$p_{F1}^{G2}, p_{E1}^{G2}$	$p_{F1}^{G2}, p_{E2}^{G2}$
F2	$p_{F2}^{G2}, p_{E1}^{G2}$	$p_{F2}^{G2}, p_{E2}^{G2}$	$p_{F2}^{G2}, p_{E1}^{G2}$	$p_{F2}^{G2}, p_{E2}^{G2}$

Considerando que  $p_{E1}^{G1} < p_{E2}^{G1}, p_{E1}^{G2} > p_{E2}^{G2}, p_{F1}^{G1} < p_{F2}^{G1}$  y  $p_{F1}^{G2} < p_{F2}^{G2}$ ; y solucionando mediante el método de eliminación de estrategias estrictamente dominadas se obtiene un equilibrio contenido en 2 celdas: el equilibrio es  $p_{F2}^{G2}, p_{E1}^{G2}$  y se encuentra contenido en las celdas (F2;E1,E1) y (F2;E2,E1); este resultado corresponde a las ramificaciones {V y W} descritas en el juego de 3.2.

Para solucionar por completo el juego es necesario permitir al último jugador elegir su estrategia para ello debemos considerar que  $p_{C1}^{G2} < p_{H1}^{G2}$  lo cual conduce a un solo equilibrio {W} mismo que coincide con el encontrado en 3.2 cuando se asume  $G2 > G1$ .

b)  $\lambda = 1$

En este escenario se considera como creíble la estrategia G1, ello implica que independientemente del anuncio que haya hecho el jugador G los jugadores E y F han asumido que la única probabilidad de ocurrencia es G1, ello puede ser propiciado por las acciones de política pública que observan o bien por experiencias pasadas.

Al asignar el valor de uno a  $\lambda$  la matriz de pagos se reduce a la siguiente:

	E1,E1	E1,E2	E2,E1	E2,E2
F1	$p_{F1}^{G1}, p_{E1}^{G1}$	$p_{F1}^{G1}, p_{E1}^{G1}$	$p_{F1}^{G1}, p_{E2}^{G1}$	$p_{F1}^{G1}, p_{E2}^{G1}$
F2	$p_{F2}^{G1}, p_{E1}^{G1}$	$p_{F2}^{G1}, p_{E1}^{G1}$	$p_{F2}^{G1}, p_{E2}^{G1}$	$p_{F2}^{G1}, p_{E2}^{G1}$

Considerando que  $p_{E1}^{G1} < p_{E2}^{G1}, p_{E1}^{G2} > p_{E2}^{G2}, p_{F1}^{G1} < p_{F2}^{G1}$  y  $p_{F1}^{G2} < p_{F2}^{G2}$ ; y solucionando mediante el método de eliminación de estrategias estrictamente dominadas se obtiene un equilibrio contenido en 2 celdas: el equilibrio es  $p_{F2}^{G1}, p_{E2}^{G1}$  y se encuentra contenido en las celdas (F2;E2,E1) y (F2;E2,E2); este resultado corresponde a las ramificaciones {Ñ, O y Q} descritas en el juego de 3.2.

Para solucionar por completo el juego es necesario permitir al último jugador elegir su estrategia para ello debemos considerar que  $p_{C2}^{G1} > p_{C1}^{G1} > p_{H1}^{G1}$  lo cual conduce a un solo equilibrio {O} mismo que coincide con el encontrado en 3.2 cuando se asume  $G1 > G2$ .

Al asignar los valores extremos, que puede tomar,  $\lambda$ ; el juego se convierte en un proceso determinista que conduce al mismo equilibrio que se encontró cuando el juego fue solucionado bajo los supuestos de información completa y perfecta en su versión dinámica; sin embargo el contexto que conduce al equilibrio es completamente diferente, pues mientras en el juego 3.2 G daba su anuncio (G1 o G2), el cual era creíble y alcanzable, y en consecuencia y de forma sucesiva realizaban sus movimientos F y E, en los juegos resueltos para  $\lambda = 0$  y  $\lambda = 1$  la conducta no depende del anuncio que emite G sino de las señales que observan E y F y con las cuales asumen el escenario que sucederá en el futuro.

### *Análisis aleatorio*

En esta sección se permite a  $\lambda$  tomar valores intermedios, pero cercanos a los extremos para poder comparar los resultados obtenidos en las vecindades de los valores asumidos para  $\lambda$ , y convertir al juego en aleatorio siendo para observar la influencia del mismo en el resultado final.

$$c) \lambda = \frac{1}{4}$$

En este escenario se considera que existe mayor probabilidad de ocurrencia de la estrategia G2, ello implica que independientemente del anuncio que haya hecho el jugador G los jugadores E y F han asumido que lo más probable es que ocurra G2, ello puede ser propiciado por las acciones de política pública que observan o bien por experiencias pasadas.

Al asignar el valor de *un cuarto* a  $\lambda$  la matriz de pagos se reduce a la siguiente:

	E1,E1	E1,E2	E2,E1	E2,E2
F1	$\left(\frac{1}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F1}^{G1}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F1}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F1}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F1}^{G2}\right)$
F2	$\left(\frac{1}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E1}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E1}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E2}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E2}^{G2}\right)$
F2	$\left(\frac{1}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F2}^{G1}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F2}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F2}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F2}^{G2}\right)$
F1	$\left(\frac{1}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E1}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E1}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E2}^{G2}\right)$	$\left(\frac{1}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E2}^{G2}\right)$

Considerando que  $P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$ ,  $P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$ ,  $P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$  y  $P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$ ; y solucionando mediante el método de eliminación de estrategias estrictamente dominadas se obtiene un

equilibrio contenido en 2 celdas: el equilibrio es  $(\frac{1}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{3}{4}P_{F2}^{G1}), (\frac{1}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{3}{4}P_{E1}^{G2})$  y se encuentra contenido en las celdas (F2;E1,E1) y (F2;E2,E1); este resultado corresponde a las ramificaciones {V y W} descritas en el juego de 3.2.

Para solucionar por completo el juego es necesario permitir al último jugador elegir su estrategia para ello debemos considerar que  $P_{C1}^{G2} < P_{H1}^{G2}$  lo cual conduce a un solo equilibrio {W} mismo que coincide con el encontrado en 3.2 cuando se asume  $G2 > G1$ .

$$d) \lambda = \frac{3}{4}$$

En este escenario se considera como más probable la estrategia G1, ello implica que independientemente del anuncio que haya hecho el jugador G los jugadores E y F han asumido que la mayor probabilidad de ocurrencia es G1, ello puede ser propiciado por las acciones de política pública que observan o bien por experiencias pasadas.

Al asignar el valor de tres cuartos a  $\lambda$  la matriz de pagos se reduce a la siguiente:

	E1,E1	E1,E2	E2,E1	E2,E2
F1	$(\frac{3}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F1}^{G1}), (\frac{3}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E1}^{G2})$	$(\frac{3}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F1}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E1}^{G2})$	$(\frac{3}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F1}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E1}^{G2})$	$(\frac{3}{4}P_{F1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F1}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E1}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E1}^{G2})$
F2	$(\frac{3}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F2}^{G1}), (\frac{3}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E2}^{G2})$	$(\frac{3}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F2}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E2}^{G2})$	$(\frac{3}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F2}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E2}^{G2})$	$(\frac{3}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F2}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E2}^{G2})$

Considerando que  $P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}, P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}, P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$  y  $P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$ ; y solucionando mediante el método de eliminación de estrategias estrictamente dominadas se obtiene un equilibrio contenido en 2 celdas: el equilibrio es  $(\frac{3}{4}P_{F2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{F2}^{G2}), (\frac{3}{4}P_{E2}^{G1} + \frac{1}{4}P_{E2}^{G2})$  y se encuentra contenido en las celdas (F2;E2,E1) y (F2;E2,E2); este resultado corresponde a las ramificaciones {Ñ, O y Q} descritas en el juego de 3.2.

Para solucionar por completo el juego es necesario permitir al último jugador elegir su estrategia para ello debemos considerar que  $P_{C2}^{G1} > P_{C1}^{G1} > P_{H1}^{G1}$  lo cual conduce a un solo equilibrio {O} mismo que coincide con el encontrado en 3.2 cuando se asume  $G1 > G2$ .

El haber asignado valores intermedios pero cercanos a los extremos de  $\lambda$  permite observar que para valores cercanos a los extremos los equilibrios se inclinan a los mismo encontrados cuando se determina un valor extremo, es decir si se considera muy probable que ocurra  $G1$  ( $\lambda = 3/4$ ) entonces el equilibrio estará del lado de  $G1$  ( $O$ ). De este breve análisis se puede obtener la siguiente conclusión:

- Si  $0.5 < \lambda \leq 1$ , entonces el equilibrio se encuentra en  $O$ .
- Si  $0 \leq \lambda < 0.5$ , entonces el equilibrio se encuentra en  $W$ .
- Si  $\lambda = 0.5$ , no es posible determinar un único equilibrio ya que no existe “prioridad sobre una de las políticas de  $G$  y por lo tanto los equilibrios son  $\{O, W\}$ ”.

## Conclusiones

La modelación tradicional de la macroeconomía presenta sus ventajas teóricas al tener en un mismo análisis estático los resultados inmediatos, sobre las variables de interés, de la aplicación de una política pública sin embargo dejan fuera elementos de comportamiento individual de los agentes (jugadores) que participan en la economía; estos elementos de acciones estratégicas de cada uno de los agentes son perfectamente recogidos por la teoría de juegos.

Si bien existe modelación con teoría de juegos para entornos macroeconómicos, y aunque esta se basa en principios microeconómicos, la aplicación de la misma es limitada y por lo general su único interés es incluir la participación del gobierno sobre la actuación de otro agente, dejando de lado la posibilidad de que sean más de un agente los que deben interactuar con el gobierno y que al igual que con un agente los resultados dependen del papel que juega cada uno de ellos.

La modelación macroeconómica mediante la teoría de juegos permite caracterizar a los jugadores y sus intereses y con ello la interacción con el resto de los agentes lo cual les llevara a obtener ganancias que dependen de las acciones propias y colectivas que es una postura más cercana a la realidad. Adicionalmente la representación extensiva del juego permite identificar las estrategias tomadas de forma sucesiva observando aquellas conductas que pueden definirse como estrategias no creíbles.

El juego diseñado para la modelación de la interdependencia económica contempla únicamente la participación de 3 agentes, sin embargo este modelo simplificado arroja mucha información sobre los resultados de la interacción económica de los jugadores cuando cada uno de ellos fija estrategias creíbles basados en su propio interés pero conscientes de que el resultado obtenido es únicamente consecuencia de la acción colectiva de los jugadores en cuestión.

Se ha presentado un mismo juego diseñado bajo tres escenarios de información obteniendo los mismos resultados, ello permite mostrar la consistencia del juego y del esquema de ganancias asumido en el juego. Bajo los supuestos asumidos para las ganancias de cada uno de los jugadores es posible mostrar que las estrategias no creíbles nunca estarán presentes en la solución.

Aunque se asumen diferentes escenarios de información y se encuentran los mismos equilibrios las implicaciones de cada uno de ellos son diferentes; el primer juego se desarrolla bajo el supuesto de información completa y perfecta ello implica que las estrategias del gobierno son creíbles y alcanzables por lo tanto cada jugador toma su decisión informado de la historia previa del juego y la consecuencia natural es el cumplimiento del escenario anunciado; en el segundo juego es igualmente alcanzable G1 y G2 sin embargo los jugadores E y F mueven de forma simultánea por lo que desconocen cuál será la acción de su homólogo pero al conocer la función de pago de este es posible determinar la mejor estrategia y lograr el equilibrio correspondiente al escenario anunciado por G; en el último juego se permite a los agentes asignar una probabilidad de ocurrencia a las posibles estrategias de G y la consecuencia natural del juego es que se logra el equilibrio del escenario que se considera como más probable.

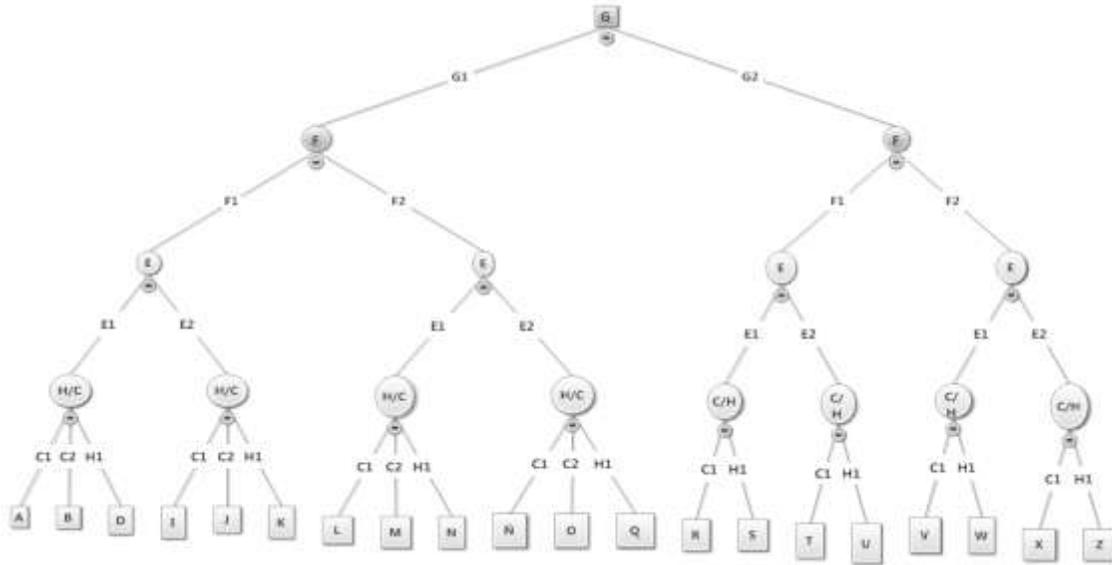
Cuando la información es asimétrica se observa que existen limitantes para encontrar el equilibrio, esto es que existe la posibilidad de encontrar un único equilibrio si la probabilidad de ocurrencia del suceso observada por los agentes es la misma en caso contrario no necesariamente será así; también se observa que es posible determinar un solo equilibrio cuando existe un escenario de ocurrencia posible pero ante incertidumbre total ( $\lambda = 0.5$ ) los equilibrios son múltiples al ser igualmente probables.

El último juego presentado muestra importantes implicaciones en la necesidad de que los anuncios de política pública sean consistentes con las acciones tomadas de forma tal que los agentes puedan leer la señal en el sentido correcto y tomar sus estrategias en el escenario esperado por el Gobierno al momento de su anuncio de política. El juego y su solución muestra también que ante la falta de confianza (sea que consideren que no es posible

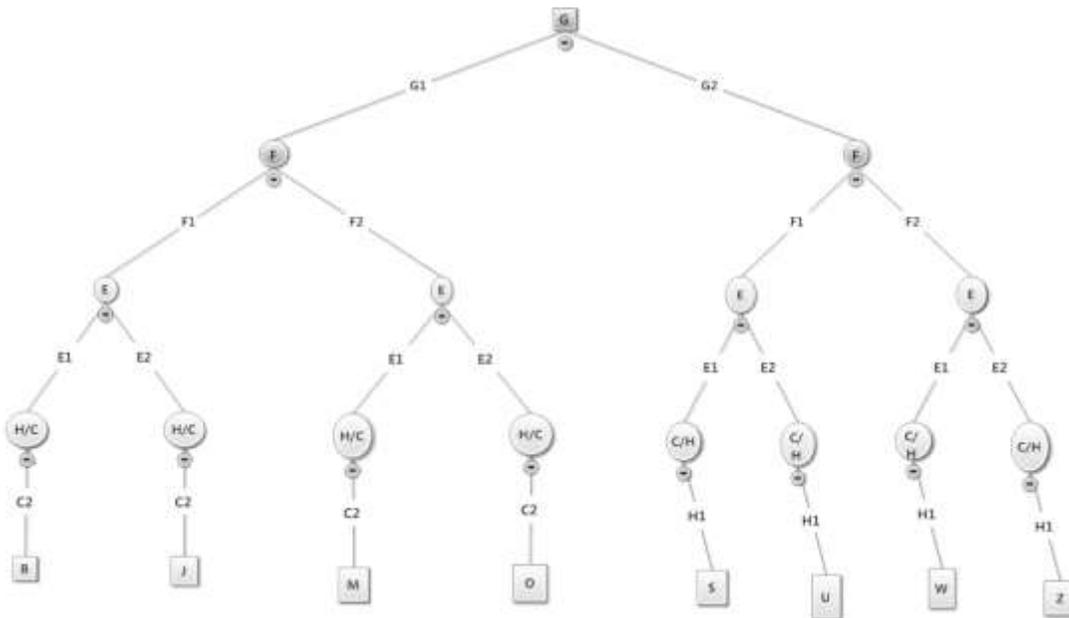
alcanzar la estrategia anunciada o que no es esa la verdadera prioridad de G) de los agentes en el gobierno los jugadores “deciden” cuál será el escenario realizable de la economía y por ende el resultado final y real de la economía de allí la importancia de generar confianza en las acciones públicas para conducir a la economía a resultados deseables.

**Anexo 1. Solución del juego mediante inducción hacia atrás.**

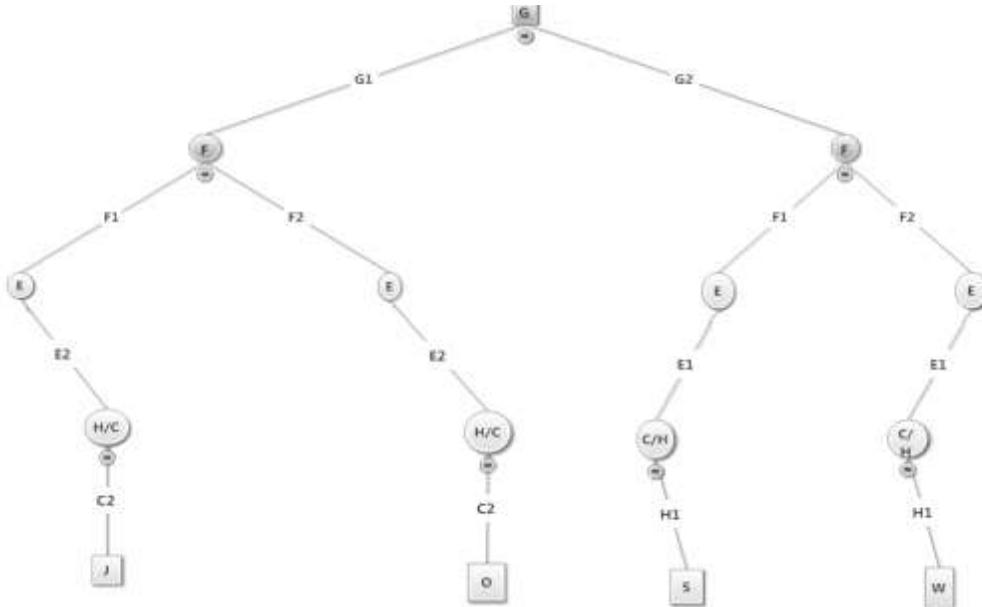
Para solucionar el juego se utiliza el método de inducción hacia atrás; partiendo del juego inicial se deben considerar los siguientes supuestos  $P_{C2}^{G1} > P_{C1}^{G1} > P_{H1}^{G1}$  y  $P_{C1}^{G2} < P_{H1}^{G2}$



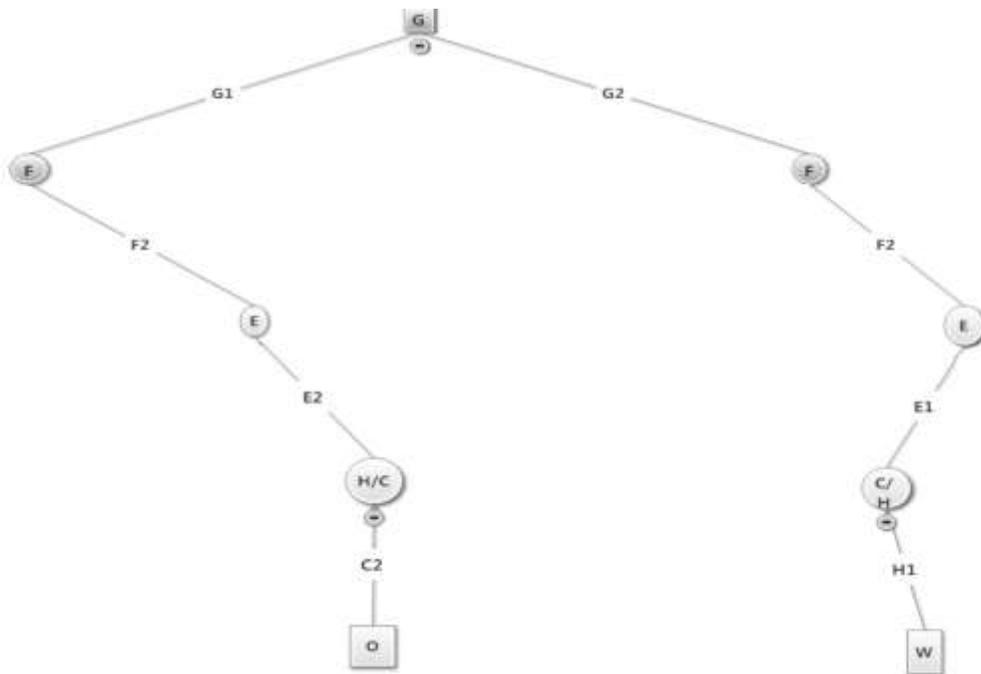
Entonces el juego se reduce a la siguiente imagen, ahora es preciso analizar la etapa 3 y considerar los siguientes supuestos:  $P_{E1}^{G1} < P_{E2}^{G1}$  y  $P_{E1}^{G2} > P_{E2}^{G2}$



Con esta consideración el juego ha sido reducido a las siguientes ramas y es preciso considerar los supuestos que tiene el agente 2 en esta etapa  $P_{F1}^{G1} < P_{F2}^{G1}$  y  $P_{F1}^{G2} < P_{F2}^{G2}$



El juego ha sido reducido a dos probables soluciones y el equilibrio depende del supuesto que se tome a priori sobre la política que habrá de elegir G.



## Bibliografía

1. Acocella Nicola, Di Bartolomeo Giovanni, Tirelli Patrizio (2009). *The macroeconomics of social pacts*. Journal of Economic Behavior & Organization 72 (2009) 202–213 [www.elsevier.com/locate/jebo](http://www.elsevier.com/locate/jebo).
2. Castañeda Gonzalo (1995) *The political economy of Mexico, 1940-1988: A game theoretical view*. European Journal of Political Economy Vol. 11 (1995) 291-316
3. Clara Crespo Ruiz de Elvira y Federico Steinberg Wechsler (2005). *Interdependencia financiera global: equilibrios múltiples en Bretton Woods II*. Tribuna de Economía. Diciembre de 2005. N° 827. ICE. Páginas 279-292.
4. Engwerda Jacob C., Aarle Bas van y Plasmans Joseph E.J (2002), *Cooperative and non-cooperative fiscal stabilization policies in the EMU*. Journal of Economic Dynamics & Control 26 (2002) 451-481.
5. Fernández Ruiz, Jorge (2002). *Teoría de Juegos: su aplicación en economía*. México: El Colegio de Estudios Económicos. ISBN 968-12-1063-8
6. Gander James P. (2007) *The micro–macro policy game under uncertainty and risk attitude* Journal of Economics and Business 59 (2007) 1–13.
7. Gibbons Robert (1992) *Un primer curso de teoría de juegos*. Traducción de Paloma Calvo y Xavier Vila, Antoni Bosch editor SA, impreso en España.
8. Köhler-Geib Fritzi (2007). *The Uncertainty Channel of Contagion*. November 2007. BGPE Discussion Paper. ISSN 1863-5733
9. Krause, Martín (1999). *La teoría de juegos y el origen de las instituciones*. Revista Libertas 31 (Octubre 1999) Instituto Universitario ESEADE. [www.eseade.edu.ar](http://www.eseade.edu.ar)
10. Leitemo, Kai (2004). *A game between the fiscal and the monetary authorities under inflation targeting*. European Journal of Political Economy Vol. 20 (2004) 709–724.
11. Levine, Ross (1997). *Financial development and economic growth: views and agenda*. Journal of economic literature vol XXXV.
12. Lomelí, Hector y Rumbos, Beatriz (2003). *Métodos dinámicos en economía. Otra búsqueda del tiempo perdido*. Editorial Thomson.

13. Makris, Miltiadis (2008). *Complementarities and macroeconomics: Poisson games*. Games and Economic Behavior 62 (2008) 180–189.
14. Mercado H., Salvador (2009). *Mercado de dinero y mercado de capitales*. Publicaciones administrativas contables jurídicas SA de CV.
15. Monsalve, Sergio (2002). *Teoría de juegos: ¿hacia dónde vamos? (60 años después de von Neumann y Morgenstern)*. Revista de Economía Institucional, vol. 4, N° 7, segundo semestre/2002. Pp 114-130.
16. NEUMANN, JOHN VON y MORGENSTERN,OSKAR (1953) Theory of games and economic behavior. PRINCETON UNIVERSITY PRESS. 1953
17. Romer, David (2002). *Macroeconomía Avanzada*. Segunda edición. Editorial Mc Graw Hill.
18. San Roman, Antonio Pulido (2002). *Posibilidades y limitaciones de las matemáticas en la economía*. Cuadernos del fondo de investigación Richard Stone. Centro Stone.
19. Soto, Antonio y Valente María Rosa (2005). *Teoría de Juegos: Vigencia y limitaciones*. Revista de Ciencias Sociales. Universidad del Zulia. Vol. XI, N° 3, septiembre-diciembre 2005, pp. 497-506. FACES-LUZ ISSN 1315-9518. <http://redalyc.uaemex.mx>
20. Soto, Esquivel Roberto (2010). *Finanzas Públicas y la nueva banca en México*. Revista Análisis # 2.
21. Vargas Rodríguez Miriam, Cogco Calderón Adolfo Rogelio y Jorge Alberto Pérez Cruz (2010). *Un análisis de la política social en México a través de los programas implementados por la secretaría de desarrollo social y su relación con la descentralización de funciones: una mirada desde lo local*. Iberofórum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana. Año V, No. 9. Enero-Junio de 2010. [www.uia/iberoforum](http://www.uia/iberoforum)
22. WooJaejoon (2005) *Social polarization, fiscal instability and growth*. European Economic Review 49 (2005) 1451 – 1477 [www.elsevier.com/locate/econbase](http://www.elsevier.com/locate/econbase)
23. <http://www.shcp.gob.mx>
24. <http://www.banxico.org.mx/>