Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

TESIS
E2000
S3

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA

Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

"INNOVACIÓN E INCENTIVOS COMO UN PROBLEMA PRINCIPAL – AGENTE MULTITAREA"

Profesor Guía:
José Barcia Arufe

Realizado por:
Alejandra Schatzky
Elisa Velásquez Yépez

Memoria de Grado presentada a la Escuela de Economía en el cumplimiento parcial de los requisitos para optar por el título de Economista

Caracas, Octubre 2000.

A mi madre y a mi hermana,

por comprender mis palabras, mis actos y mis sentimientos. Por tratar de hacer que mis pasos sean seguros aunque el camino sea desconocido, me formaron en la fe y sé que nunca estaré sola porque las tengo a las dos

A mi padre,

por enseñarme, vía control remoto, a superar los obstáculos de la vida con constancia y valentía

A mi familia,

por darme su ejemplo y compartir conmigo los principios que me han traído hasta aquí

A la memoria mi tío, el Capitán Poeta,

que siempre estuvo orgulloso de mis logros, te llevaré en mi corazón hasta que nos veamos de nuevo en el océano de la eternidad

E.V.Y.

A ti,

Por estar ahí y permitirme compartir mi vida contigo.
Por mostrarme que la vida se debe enfrentar con alegría y que no hay nada que justifique la falta de una sonrisa.
Por enseñarme el valor que tiene para el desarrollo personal el tener en cuenta al otro.
Por amarme incondicionalmente a pesar de mis locuras.
Por todo, todo, tanto que no cabría en 1000 tesis.

A vos,

Por haberme enseñado que en la vida tengo que luchar con toda la pasión para lograr mis metas.
Por escucharme, por comprenderme y por ser mucho más que un padre.
Por haberme transmitido los valores que me permiten reconocerme como Ser Humano y como Ciudadano del Mundo.
Por ser como sos y por todo lo que me has dado y que nunca podré agradecer lo suficiente.

A ustedes,

Por que a pesar de la distancia las he sentido presentes en cada instante de mi vida, y no saben la falta que me hacen… y esto te incluye a vos a quien quiero como un hermano

A mi familia "política"

… ¿quién dijo política? A mi familia PUTATIVA a quiénes les agradezco todo el amor incondicional y el apoyo constante que me han dado en estos casi 5 años.

A.S.C.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Ronald Balza: te debemos muchísimas gracias por todo tu apoyo no sólo bibliográfico sino de amigo que nos brindaste en el comienzo de este proyecto y a lo largo de nuestra carrera estudiantil. Que lo construido no se pierda.

Agradecemos también a todos los profesores de universidades extranjeras que nos brindaron parte de su tiempo para enviarnos toda la bibliografía que representó una gran ayuda, ellos son: Don Goldstein, Yaw Nyarko, Bengt Holmstrom y Paul Milgrom.

Por supuesto, ¡Gracias José! Imaginamos lo difícil que debe ser tomar la responsabilidad de guiar una tesis con las condiciones que nos tocó vivir, pero lo hiciste! Muchísimas gracias por las reuniones, bibliografía y comentarios constructivos que nos permitieron terminar este proyecto de manera satisfactoria para nosotras. Esperamos que la relación alumnas- profesor (agente – principal) se transforme en una de amistad con suficientes innovaciones para que crezca en el largo plazo.

Finalmente, gracias a todas aquellas personas que con su amor y cariño nos supieron ayudar a sobrellevar el proceso de "hacer tesis" de una manera más agradable. Gracias por todas las llamadas "solo a ver cómo van" y "seguro todo va a salir bien, tranquilas", no saben lo que ayuda oír eso.

ÍNDICE

CONTENIDO **PÁGINA**

AGRADECIMIENTOS

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....4

1.1 Costos de Transacción y Problemas de Información.....4

1.2 Participantes del Contrato.....5

1.3 El Papel de la Información en los Contratos.....6

1.4 Innovación.....9

1.5 Estructura de Mercado.....11

1.6 Modelo Principal – Agente 14

1.6.1 Azar Moral.....14

1.6.1.1 Esfuerzo Observable y Agente Averso al Riesgo..... 17

1.6.1.2 Esfuerzo Observable y Agente Neutral al Riesgo.....18

1.6.1.3 Esfuerzo No Observable y Agente Neutral al Riesgo.....18

1.6.1.4 Esfuerzo No Observable y Agente Averso al Riesgo.....19

1.6.2 Información Oculta 23

CAPÍTULO 2: LITERATURA EMPÍRICA: DESARROLLOS Y EXTENSIONES DE LOS MODELOS PRINCIPAL – AGENTE.....30

CAPÍTULO 3: DESARROLLO MATEMÁTICO DEL MODELO BÁSICO.....44

CAPÍTULO 4: DESARROLLO MATEMÁTICO DE MODELOS ALTERNOS.....50

4.1 Modelo Principal – Agente Multitarea con Límites a las Actividades Personales.....52

4.2 Modelo Principal – Agente Multitarea con Funciones Explícitas de Beneficios para el Principal y Sueldo del Agente.....58

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....75
5.1 Conclusiones.....75
5.1.1 Con Respecto al Modelo Básico.....76
5.1.2 Con Respecto a los Límites a las Actividades Personales.....76
5.1.3 Con Respecto a la Introducción de Funciones Explícitas de Beneficio yPago 77
5.2 Recomendaciones.....78

ANEXOS.....80
Anexo 1.....80
Anexo 2.....83
Anexo 3.....84
BIBLIOGRAFÍA.....85

INTRODUCCIÓN

"La innovación es la mejor y más simple forma de sobrepasar la competencia, moverse a la cabeza de la industria y, lo más importante, crear nuevas maneras de reforzar los márgenes de utilidad y acrecentar los ingresos futuros."[1]

La innovación es un objetivo que ha ido tomando mayor relevancia dentro de las empresas en los últimos años. Esto se debe a que se observa cada vez más, que las empresas de tradición innovadora se mueven a la cabeza de sus industrias, dejando atrás a sus competidores. Los inversionistas y las empresas están llegando a una conclusión: si la empresa no invierte para el futuro, se corre el riesgo de que ella pierda competitividad en el mercado.

El conjunto de accionistas de las empresas, desea maximizar el rendimiento de su acción entendido como la suma de los dividendos que recibe, más el cambio en el valor desde el momento que la adquiere hasta el momento que la vende. Ello enfrenta a las empresas a dos objetivos: alcanzar resultados en el corto plazo para satisfacer el interés de los accionistas de cobrar dividendos e introducir innovaciones exitosas en el largo plazo a fin de cubrir el objetivo de crecimiento del valor de la acción. El conjunto de accionistas tiene entonces, que maximizar sus beneficios a través del tiempo, lo cual genera un problema intertemporal.

Se plantea entonces un problema principal – agente multitarea en el cual el agente, personificado en el presidente (CEO) de una empresa, debe hacer una elección entre cómo distribuir su tiempo y los recursos disponibles entre las dos tareas que satisfacen los objetivos del principal (el conjunto de accionistas de la empresa).

Se entiende que la investigación representa un riesgo ya que el éxito de las innovaciones no está garantizado. El éxito o fracaso de una innovación no depende únicamente de los esfuerzos que realiza la empresa sino también de las condiciones imperantes en el mercado. La información a la que se enfrentan las partes del contrato no es perfecta pues la incertidumbre es intrínseca a cualquier situación que se relacione con la

innovación. Se supone que los agentes son aversos al riesgo y de allí que haga falta proveerle incentivos para que destinen recursos a la investigación.

Por otra parte, la actividad de mantenimiento es fácilmente mensurable y observable en cuanto a que el resultado de este esfuerzo es el incremento en los beneficios reportados a corto plazo; no tiene un componente de riesgo tan alto y de allí que los agentes prefieran enfocarse en estas tareas.

El problema entonces es generar un tipo de contrato óptimo entre el conjunto de accionistas y el CEO de una empresa de manera que se provean los incentivos para que, el agente – que suponemos averso al riesgo – también invierta su tiempo y sus recursos en la innovación y no solamente en la generación de beneficios a corto plazo.

La investigación se desarrolla en cinco capítulos. El primero, corresponde al marco teórico, el cual, desarrolla los conceptos básicos necesarios para comprender de manera integral los problemas de información, los contratos y los modelos principal – agente más simples. También se presentan algunas ideas que sustentan la elección de la investigación como un objetivo deseable para el principal en diferentes estructuras de mercado. El segundo es una revisión de la literatura que trata algunas extensiones de los modelos principal – agente que son relevantes al caso en estudio.

En el capítulo tres se desarrolla el modelo básico al cual se le introducen posteriormente, dos extensiones en el capítulo cuatro. Este modelo es en sí una extensión a los modelos principal – agente más sencillos puesto que introduce la posibilidad de analizar un problema multidimensional, representado por situaciones en que el agente realice varias tareas a la vez.

El cuarto capítulo conforma el cuerpo central de la investigación porque es allí donde se desarrollan matemáticamente las extensiones que se introducen al modelo principal – agente multitarea. La primera extensión se refiere a los límites de un agente para perseguir actividades personales y la segunda, introduce una función explícita para los beneficios del principal y otra para los pagos del agente. El objetivo detrás de las extensiones es obtener resultados más cercanos a la realidad en cuanto al contrato implícito entre un conjunto de accionistas y el CEO de una empresa.

[1] KUCZMARSKI, T: *Innovación y Estrategias de Liderazgo para mercados de alta competencia*. Pg. 6

Las conclusiones se resumen en el quinto capítulo. Allí se presentan también algunas recomendaciones para futuras investigaciones. Las conclusiones a las que se llega, se pueden relacionar con las observaciones empíricas de muchos autores, lo que le da validez a los modelos aquí presentados.

CAPÍTULO 1
MARCO TEÓRICO

1.1 Costos de Transacción y Problemas de Información:

Se define un contrato como una promesa en la que una de las partes acepta tomar una acción que tiene valor económico para la otra a cambio de un pago o una acción recíproca. Los contratos pueden ser explícitos o implícitos, completos o incompletos. Las transacciones que se dan en el mercado, como las de compra y venta de un artículo de manera instantánea, representan un tipo de contrato completo e implícito; implícito porque no existe un documento que lo corrobora y completo porque se sabe quiénes son los involucrados en la transacción, cuál es el precio al que se compra y vende y qué dará a cambio cada parte.

Coase[2] plantea que los contratos se establecen porque existen problemas de información y costos de transacción. Los problemas de información surgen de la incapacidad de las partes de poseer simétricamente toda la información necesaria para el intercambio eficiente. Los costos de transacción, aparecen en el proceso de negociación y reforzamiento de los contratos; se refieren a cualquier esfuerzo monetario y no monetario que realiza cualquiera de las partes del contrato a fin de disminuir tanto la incertidumbre que existe antes de llegar a un acuerdo, como la que surge después. El objetivo es minimizar la desviación de las acciones de cualquiera de las partes de lo establecido en el contrato.[3] Los costos de transacción abarcan los de planificación, monitoreo, y negociación relacionados con los procesos de producción e intercambio.

---

[2] GALANTE, Pablo: *Subastas y términos de los convenios operativos de la apertura petrolera. Un análisis desde la economía de Contratos*, octubre 1997.

[3] FERNÁNDEZ, Juan y TUGORES, Juan: *Fundamentos de Microeconomía*. Mc Graw Hill, segunda edición, Madrid, España, 1992. Pg. 26.

1.2 Participantes del Contrato

Conviene identificar quiénes son los participantes en un contrato, cómo es la información que maneja cada parte antes del juego y la estructura de mercado en la cual está inmersa la empresa; todo ello dentro del contexto del modelo principal – agente que es el que nos ocupa en la presente investigación.

En un modelo principal – agente, el principal es aquella parte que desea contratar a un agente para que realice una tarea con cierto nivel de esfuerzo de manera que, la utilidad que le reporten los resultados de tal acción maximicen su utilidad. Por ejemplo, un conjunto de accionistas de una empresa deseará que el presidente de la compañía (CEO) realice algunas tareas que impliquen la obtención de mejores dividendos en el corto plazo y la continuidad de la misma en el largo plazo.

El agente es la otra parte del contrato, a quién se le propone una estructura de pagos e incentivos de manera que su utilidad se maximice, producto de la ejecución de algunas tareas con determinado nivel de esfuerzo. Por ejemplo, el CEO de una compañía tendrá que administrar sus recursos para que, utilizados de manera eficiente, le permitan alcanzar los resultados que se comprometió lograr en el contrato acordado con el conjunto de accionistas.

La afirmación de que las empresas se comportan como un agente ante el conjunto de accionistas, se evidencia por los constantes recortes de costos y tamaño de las empresas que se instauró en EE.UU. en los años 80. "*La acción que garantizaba un aumento en el precio de la acción de una empresa era anunciar un programa de recorte, sin importar si esto tenía sentido para el bienestar de la empresa en el largo plazo*". Appelbaum y Berg (1996) explican que "existe un riesgo para el desempeño económico de las firmas cuando están presionadas a dar resultados de corto plazo y pagar dividendos. Argumentan que todo esto puede inhibir la creación de nuevas capacidades, e impedir la adopción de sistemas de trabajo de alto desempeño."[4]

Appelbaum y Berg mencionan también que el conjunto de accionistas ha jugado un papel cada vez más activo, y perjudicial, desde finales de los 80 al desestimular a las

[4] MICHIE, Jonathon; DRIVER, Ciaran: Managerial Culture and the Capacity Stance of Firms. Pg. 16

empresas a realizar grandes inversiones necesarias para transformar los procesos de producción.[5]

La misión de la empresa es la mejor utilización y asignación de los recursos que tiene disponibles para aumentar sus beneficios a corto y a largo plazo, así como mantener su participación de mercado, entre otros.[6] El conjunto de accionistas, dueño de las empresas, desea que ésta aumente sus beneficios para así poder incrementar su valor y, además, poder cobrar más dividendos producto del aumento de los beneficios.

Las metas de corto plazo son cuantificables en volúmenes de ventas, variación de la participación de mercado, resultado de flujo de caja, etc. Los objetivos de largo plazo son aquellas innovaciones que se materializan en nuevos productos, nuevos procesos de producción, descubrimiento de nuevos nichos de mercado o nuevas formas de organización. "*La innovación es la mejor y más simple forma de sobrepasar la competencia, moverse a la cabeza de la industria y, lo más importante, crear nuevas maneras de reforzar los márgenes de utilidad y acrecentar los ingresos futuros.*"[7]

Los objetivos de largo plazo requieren de un mayor tiempo de maduración, y la observación del éxito o fracaso de los mismos depende de las condiciones imperantes en el entorno de la empresa en un momento futuro. Ante esta situación, la empresa incurre en un riesgo que puede ser estimado evaluando los factores que la rodean.[8]

1.3 El Papel de la Información en los Contratos

La información puede ser *perfecta* cuando los agentes que interactúan en una economía poseen toda la información necesaria antes de tomar una decisión así como las acciones realizadas por los demás en períodos anteriores[9]. Muchos modelos de la teoría económica se basan en el supuesto de la información perfecta; sin embargo, hay inconvenientes que hacen imposible que se cumpla como por ejemplo los "*límites de la racionalidad: la capacidad del cerebro humano no le permite recibir, procesar y emitir*

[5]APPELBAUM, Eileen y BERG, Peter: *Financial Market Constrains and Business Strategy in the United States*. Economic Policy Institute, junio 1995. Pg. 3
[6] *Idem*. Pg. 41
[7] KUCZMARSKI, T.: *Op. Cit.* Pg. 6
[8] PORTER, Michael:
[9] BINMORE, Ken: *Teoría de Juegos*. Mc Graw Hill, España, 1994. Pg. 100

toda la información relevante que recibe. Esto le hace ser selectivo e incapaz de prever la totalidad de las consecuencias de sus acciones ni valorar convenientemente todas las alternativas"[10].

Debido al fallo en el cumplimiento del supuesto de la información perfecta, surgen ramas de la teoría económica basadas en supuestos más realistas como la información imperfecta, incompleta y asimétrica. La teoría de juegos, las teorías de diseño de incentivos y la teoría de contratos son algunos ejemplos de ramas de la teoría económica que se basan en supuesto distintos a los de la información perfecta.

Por *información imperfecta* se entiende que los individuos no conocen las acciones tomadas por otros en períodos anteriores[11]. La información puede ser *completa* si todos los participantes de un contrato conocen, antes de la firma del mismo, sus reglas, las funciones de utilidad de cada uno y el "tipo" que la "naturaleza" determina en los demás individuos. Sin embargo, aun cuando la información es completa, puede no ser perfecta debido a la incertidumbre que surge después de la firma de un contrato y que hace imposible de prever los resultados de manera cierta.

La naturaleza se define como un jugador que determina la distribución de probabilidades de distintos estados de resultados. Antes de la firma de un contrato, la naturaleza juega definiendo el "tipo" de cada uno de los agentes; es decir, es la que establece la probabilidad de que un agente posea ciertas características deseables o no las cuales se refieren al tipo. Después de la firma de un contrato, la naturaleza juega definiendo la probabilidad de ocurrencia de ciertos estados; éstos introducen incertidumbre en los resultados de las acciones de los agentes.

En muchos casos la información puede ser *incompleta.* Esto ocurre, por ejemplo, cuando antes de la firma de un contrato, una de las partes posee más información acerca de su tipo, o su función de utilidad, que las otras.

La información es *asimétrica* cuando una de las partes de un contrato posee cierta información que la otra parte no posee. La asimetría puede surgir antes de la firma de un contrato, (p.e.: el caso en el que una empresa va a contratar a un empleado pero el empleado posee más información acerca de sus capacidades y sus conocimientos que la

[10] FERNÁNDEZ, J. y TUGORES, J. *Op. Cit.*. Pg. 27.
[11] BINMORE, K. *Op. Cit.*. Pg. 100.

gerentes de las empresas están seguros de que a mayores dividendos, los precios de las acciones de las mimas serán más altos[16]. Invertir en innovación representa un riesgo debido a la incertidumbre de obtener beneficios mayores a largo plazo resultado de la innovación. Al asignar recursos propios y tiempo a la investigación, se reduce la capacidad de generar utilidades o beneficios económicos en el corto plazo y se reduce entonces su "pago asegurado".

Entonces, conviene revisar cuáles son las motivaciones que llevan al principal a formularse la innovación como un objetivo relevante que desea maxizimizar y, cuáles son las motivaciones que impulsan al agente a desarrollar proyectos de investigación. La convergencia de estas motivaciones permitirán al CEO y al conjunto de accionistas trabajar de manera coordinada y eficiente.[17]

La remuneración de un agente se puede descomponer en una parte perfectamente mensurable y en otra difícil de valorar. La parte mensurable u objetiva, es su salario que está relacionado positivamente con sus conocimientos, su experiencia, el nivel del cargo desempeñado y las responsabilidades del mismo. El componente no mensurable, es el que se refiere a los reconocimientos no monetarios que recibe el agente como por ejemplo, el prestigio asociado a los buenos resultados de la empresa, el reconocimiento público, y otros.

Una dificultad que se presenta al momento de proveer incentivos no mensurables, se refiere a la variable elegida para otorgar dichos incentivos. Si, por ejemplo, el reconocimiento que recibe un CEO por innovar está atado al número de innovaciones introducidas en el mercado en un periodo determinado, en lugar de estar dicho reconocimiento relacionado con el número de innovaciones *exitosas* introducidas, se podría estimular al agente a introducir una cantidad excesiva de innovaciones, sacrificando la calidad de las mismas. Esto repercutiría negativamente en los resultados esperados de cada proyecto de investigación, disminuyendo así, la probabilidad de que en el futuro se realicen proyectos similares.[18]

---

[16] EASTERBROOK, Frank: *Two Agency- Cost Explanations of Dividends*. The American Economic Review, septiembre 1984. Pg 650

[17] SIMON, Herbert: *Organizations and Markets*. The Journal of Economics Perspectives, 1991. Pg 25-44.

[18] SIMON, Herbert: *op cit*, pg 33

La tarea de investigar puede ser financiada con dividendos retenidos al momento de repartir las ganancias de la empresa. Por ello la política de dividendos de las empresas no es únicamente un objetivo de corto plazo sino también, una manera de financiar proyectos de largo plazo a un menor costo.[19] Este financiamiento permite a la empresa continuar con sus proyectos de corto plazo sin tener que sacrificar la ejecución de sus proyectos a largo plazo.

Se tiene, entonces, objetivos que no coinciden de manera perfecta entre los accionistas y los CEO´s. Por esto, los sistemas de incentivos deben estar estructurados de manera tal que los gerentes compartan los riesgos con el conjunto de accionistas.[20,21]

1.5 Estructura de Mercado

Cuando las empresas deciden innovar, consideran el estado de sus competidores cercanos y potenciales. En este contexto, la existencia o no de patentes[22] juega un papel importante.

En primer lugar, las patentes permiten al innovador resguardar para sí los beneficios que se obtendrían de la comercialización de la introducción en el mercado de bienes y servicios de una investigación exitosa.

En segundo lugar, las patentes pueden servir como un mecanismo para proteger a la empresa en caso de que la investigación no sea todo lo exitosa que se había esperado bajo un escenario favorable. Las patentes dificultan la difusión de la información. Toda investigación, exitosa o no, deja una información que puede ser útil para desarrollos posteriores; las patentes permiten la protección de la información para así poder venderla en un futuro y reportar a la empresa innovadora algún beneficio.

Las patentes también sirven como una barrera a la entrada de otras empresas. Cuando hay otros actores en el mercado, las empresas observan el comportamiento de sus rivales y potenciales rivales. Si una empresa está obteniendo beneficios positivos por sus

---

[19] EASTERBROOK, Frank.*op cit.* Pg.650.

[20] APPELBAUM, Eileen y BERG, Peter:*Op. Cit.* Pg. 23

[21] En el año 1982, 37% de la compensación total de los gerentes era variable y consistía de dos partes: un bono asociado a los objetivos de corto plazo, y opciones de acciones para los objetivos de largo plazo. En 1993, 54% del sueldo era variable. Para los CEO´s, el cambio fue de 41% a 65%. La parte que más aumento fue la que compensaba el largo plazo. Appelbaum y Berg.

[22] WRIGHT, Brian: The Economics of Invention Incentives: Patents, Prizes, and Research Contracts. The American Economic Review, septiembre 1983. Pg 693-707.

desarrollos en investigación, otras empresas se pueden ver atraídas a ese sector y, si no hay mecanismos que impidan la copia de resultados de las investigaciones, todos los costos asociados a las mismas serían absorbidos por un solo actor y se perderían las motivaciones para innovar. Se sabe que la copia de los procesos no es instantánea pues requiere de inversión en maquinaria, entrenamiento de personal y modificación en los procesos de producción; sin embargo, la posibilidad de ver acortado el período de obtención exclusiva de beneficios derivados de la innovación requiere de la existencia de mecanismos como las patentes para conservar las motivaciones a favor de la investigación en la empresa[23].

El proceso de innovación de una empresa debe tomar en cuenta la estructura del mercado en la que se desenvuelve. En un mercado altamente competitivo, las oportunidades a innovar se ven disminuidas, mientras que en mercados más concentrados las oportunidades son mayores, siempre que las barreras a la entrada sean significativas.[24]

Cuando la empresa se desenvuelve en un entorno donde disfruta de un monopolio natural, los procesos de innovación que desarrolla pueden llevar a disminuir costos de producción, instalación de maquinaria y entrenamiento de capital humano especializado al punto tal, que se pierdan aquellas razones por las cuales era la única empresa en el mercado[25]. Sin embargo, si la empresa no emprende proyectos de investigación por temor a perder su condición de monopolista natural, se podría aumentar la probabilidad de entrada de potenciales competidores si éstos identifican ineficiencias en la estructura de mercado vigente, diseñan mecanismos para superarlas y capturan la participación de mercado del monopolista.

En el caso que la estructura de mercado inicial fuese oligopólica, las empresas buscarían innovar para conservar y aumentar su participación de mercado. En este tipo de estructuras, aquellas empresas que no innovan corren el riesgo de perder su posición de mercado pues, los consumidores finales de los productos buscan obtener el mayor beneficio posible al menor costo y, se mudarán a la empresa que les ofrezca las mejores posibilidades para adquirir el bien o servicio que desean. En el modelo desarrollado por Tandon (1984)

---

[23] REINGANUM, Jennifer: *Practical Implications of Game Theoretical Models of R&D*. The American Economic Review, mayo 1984. Pg 61- 65.

[24] TANDON, P: *Op. Cit:* pg 400.

[25] Recordando que uno de los motivos por los que surge un monopolio natural es la estructura de costos que hace que las economías de escala sean muy grandes, la introducción de una innovación que lleve a la disminución de dichos costos, puede hacer que se pierda la propiedad de monopolio natural.

para el caso de oligopolio con entrada bloqueada, se demuestra que las oportunidades de innovación serán mayores (menores) en la medida que el número de participantes de mercado sea menor (mayor) y las barreras a la entrada sean mayores.

Una vez vistos los motivos de los accionistas para incentivar a los CEO´s a investigar, se explica el marco conceptual de los modelos principal – agente sobre los que se basa el modelo principal – agente multitarea que se desarrolla en esta investigación. El objetivo es lograr el diseño de un contrato óptimo entre los accionistas y el CEO a fin de que se generen las innovaciones necesarias para maximizar los beneficios de ambos.

1.6 Modelo Principal – Agente

"Los modelos principal – agente en los cuales el agente disfruta de información que le provee de ventajas sobre el principal, ofrecen un marco para investigar la tesis de que las restricciones de información son significativas económicamente en muchas relaciones de intercambio y deben ser tratadas a la par de las restricciones de los recursos."[26]

Los modelos conocidos con el nombre de modelos principal – agente, intentan resolver los problemas que surgen de los diferentes tipos de asimetría de información que aparecen después de la firma de un contrato.

Incluso cuando no hay problemas de asimetría de información previas a la firma de un contrato, las partes anticipan que las asimetrías surgirán después de firmado el mismo. El diseño del contrato busca mitigar las dificultades y pérdidas de bienestar que las asimetrías puedan causar. Las asimetrías que pueden surgir son las que se refieren a los problemas de azar moral y problemas de información oculta.

1.6.1 Azar Moral

"Genéricamente existe azar moral cuando el valor de una transacción para alguna de las partes puede verse afectada por acciones o decisiones adoptada por la otra".[27] Sin embargo, esto no siempre representa un problema.

El azar moral se convierte en un problema debido a que genera un conflicto entre los dos objetivos fundamentales que ha de cumplir el diseño contractual entre dos partes, como lo son la provisión adecuada de incentivos y la distribución eficiente del riesgo. El problema del azar moral surge, entonces, cuando:

1. "Existe riesgo en el sentido que el resultado para una parte depende de algo no conocido en el momento del contrato, que incluye las acciones de la otra parte.
2. Que se trate de las llamadas "acciones ocultas", en el sentido de no ser observables ni inferibles por la parte cuyos resultados se ven afectados.

---

[26] HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [1]: *Aggregation and Linearity in the Provision of Intertemporal Incentives*. Econometrica, vol 55, n^0 2, marzo 1987. Pg 303-328.
[27] FERNÁNDEZ, J. y TUGORES, J. *Op. Cit.*. Pg. 666.

3. Que aparezca aversión al riesgo de alguna de las partes, para que el problema de distribuir los riesgos sea verdaderamente un problema."[28]

Los modelos principal – agente son aplicados a dichas situaciones en las que se tiene la siguiente estructura: el agente debe decidir realizar alguna acción de un conjunto de acciones. El resultado depende tanto del esfuerzo del agente, como de ciertos estados de la naturaleza presentes en el momento, por lo tanto, la incertidumbre es intrínseca a la situación. El resultado le genera ciertos beneficios al principal y éste, a su vez, le hace un pago al agente a cambio del esfuerzo realizado. La utilidad neta del agente depende tanto del pago recibido como del esfuerzo[29] (el cual le genera desutilidad).

El problema principal – agente puede presentarse de cuatro formas; las primeras tres llevan al resultado óptimo en el sentido de Pareto o "first-best". En la cuarta forma se presenta el verdadero problema puesto que el resultado del contrato es un óptimo de Pareto restringido o un "second-best". Las cuatro presentaciones del modelo son:

1. Esfuerzo Observable y Agente Averso al Riesgo
2. Esfuerzo Observable y Agente Neutral al Riesgo
3. Esfuerzo no Observable y Agente Neutral al Riesgo
4. Esfuerzo no Observable y Agente Averso al Riesgo.

Antes de explicar cada problema y sus resultados, conviene resaltar la diferencia entre la aversión y la neutralidad ante el riesgo. La literatura generalmente supone que el principal es neutral ante el riesgo[30] por dos motivos: 1) se supone que el principal tiene mayor capacidad de diversificar su riesgo entre varias opciones con lo cual disminuye su enfrentamiento al riesgo (en algunos casos los autores no consideran que se presente una situación de neutralidad al riesgo sino más bien una situación de no – riesgo) y 2) porque dado que el verdadero problema surge cuando el agente es averso al riesgo, para que este pueda asegurarse, debe haber una contraparte que esté dispuesta a aceptar el riesgo y para que eso ocurra, el principal debe ser neutral.

---

[28] *Idem*. Pg. 666

[29] LEVAGGI, Rosella: *Fiscal Federalism and Grants-in- Aid*. Avebury Academic Publishing Group, 1991.Pg. 28.

Si el agente es averso al riesgo, su función de utilidad será creciente y cóncava con respecto a los pagos que recibe. Si fuese neutral, su función sería convexa y cóncava a la vez (una recta), y si fuese amante al riesgo, sería convexa. Esto tiene una implicación muy importante, pues la función de utilidad esperada[31] es menor a la utilidad del valor esperado de los resultados en el caso de aversión al riesgo; es igual en el caso de neutralidad y es mayor ante un amante del riesgo.

Esto implica que, para que un agente averso al riesgo acepte participar en un contrato que no lo asegure completamente y que lo enfrente a cierto riesgo, el principal debe compensarle con un monto adicional al valor esperado de los resultados. Es decir, si el agente recibe 10 con probabilidad de ½ y 20 con igual probabilidad, su valor esperado es de 15. Sin embargo, la utilidad que le reportan 15 de manera cierta es superior a la utilidad que le reportan los mismos 15 pero con riesgo. Debido a esto, si el agente espera obtener una utilidad que sea como mínimo igual a la que obtiene de 15 con certeza, el principal debe aumentar el valor esperado de los pagos para que el agente firme un contrato en el que se vea enfrentado al riesgo.

Lo anterior se relaciona con el concepto de Equivalente Certeza y el concepto de Prima de Riesgo. El equivalente certeza es aquel resultado que si se pudiese obtener con certeza, el individuo sería indiferente a alcanzar otro resultado con el riesgo correspondiente. Ante aversión al riesgo, el equivalente certeza es menor que el valor esperado de los resultados, lo que equivale a decir, que el individuo averso está dispuesto a pagar una prima por asegurarse (o que se le debe pagar una prima para aceptar un contrato con riesgo). La prima de riesgo es entonces la cantidad que se detrae al valor esperado para obtener el equivalente certeza.[32] El equivalente certeza es aproximadamente igual al valor esperado de los resultados más la prima por riesgo que se puede calcular como la multiplicación del coeficiente de aversión al riesgo[33] por la varianza de los resultados de la lotería.[34]

---

[30] SALANIÉ, Bernard: *The Economics of Contracts.* The MIT Press, Cambridge Massachusetts, EE.UU., 1998s. Pg. 113.

[31] La función de utilidad esperada es la esperanza matemática de la utilidad de los resultados de cada estado de la naturaleza. Es aditiva y separable lo que implica que cada resultado es independiente del otro. (FERNÁNDEZ de CASTRO, J. y TUGORES, J.)

[32] FERNÁNDEZ de CASTRO, Juan; TUGORES, Juan: *Op Cit:* pg. 637.

[33] El coeficiente de aversión al riesgo se relaciona con la curvatura de la función de utilidad del individuo. Es igual a $-u''/u'$. La segunda derivada de la función de utilidad con respecto al resultado entre la primera

1.6.1.1 Esfuerzo Observable y Agente Averso al Riesgo

Siguiendo a Mas- Colell, Whinston y Green[35], primero se explica el caso en que el principal puede observar perfectamente las acciones y esfuerzos que realiza el agente y éste es averso al riesgo. El agente tiene un conjunto de posibles acciones que puede realizar. Cada acción tiene asociada un nivel de esfuerzo (horas de trabajo, atención dedicada, recursos monetarios destinados, etc.). En el caso más sencillo, el conjunto está compuesto por vectores de un solo elemento lo que se conoce como el caso unidimensional.

Existe un conflicto de intereses entre el principal y el agente cuando el esfuerzo que requiere el principal le genera una mayor desutilidad al agente que otro. En el caso multidimensional en el cual se tiene un vector con varios elementos, el vector de esfuerzo que el principal requiere no implica que el esfuerzo sea más alto en cada dimensión; sino que dicho vector le genere más beneficios al principal a la vez que le genera mayor desutilidad al agente. Incluso se permite que algún elemento del vector de esfuerzos sea placentero con tal de que la suma de todos los esfuerzos genere desutilidad.

Cuando las acciones son perfectamente observables para el principal[36], el problema del contrato es bastante sencillo: el principal especifica la acción que el agente debe tomar y la compensación que se otorgará. El diseño del contrato siempre se hace en dos partes: primero se mantiene el nivel de esfuerzo fijo y se determina el esquema óptimo de compensación; luego, se introduce el esquema de compensación y se determina el nivel de esfuerzo óptimo requerido por el principal.

Para resolver el diseño del contrato óptimo, el principal resuelve la maximización de sus beneficios netos (lo que recibe producto del esfuerzo del agente menos lo que le paga al mismo) sujeto a una restricción llamada "restricción de participación". Esta restricción indica que para que el agente acepte el contrato, el principal debe garantizarle como mínimo su utilidad de reserva (la utilidad que le provee la mejor alternativa al contrato; el costo de oportunidad de entrar en el contrato). El resultado es un esquema de compensación

---

derivada. Su constancia implica que el nivel de riqueza no afecta la evaluación relativa de los proyectos que implican riesgo. FERNANDEZ de CASTRO, J. y TUGORES, J.: *Op. Cit.*Pg. 636.

[34] BIERMAN, Scott y FERNÁNDEZ, Luis: *Game Theory with Economic Applications*. Editorial Addison-Wesley, segunda edición, 1998, capítulo 10. Pg. 232.

[35] MAS-COLLEL, A.; WHINSTON, M.; GREEN, J. *Op. Cit: pg.* 482-484

[36] Las acciones deben ser observables tanto para el principal como para cualquier corte ante la que se pueda

en el que se le paga un sueldo fijo al agente; el agente recibe una utilidad igual a su utilidad de reserva y no corre ningún riesgo. El pago será mayor si el esfuerzo que requiere el principal para maximizar sus beneficios le genera mayor desutilidad al agente.

El pago es fijo debido a la posibilidad de observar completamente las acciones o esfuerzos realizados por el agente. Bajo este supuesto, el principal puede especificar en el contrato el nivel de esfuerzo y al poder observarlo, puede tomar represalias en caso de que el agente se aleje de lo estipulado. No hay temor a que el agente desvíe sus esfuerzos.

Este resultado es un óptimo paretiano del tipo "first-best"[37] ya que, para que pueda mejorar o el agente o el principal , el otro debe empeorar.

1.6.1.2 Esfuerzo Observable y Agente Neutral al Riesgo

El segundo caso en el que el esfuerzo es observable pero el agente es neutral ante el riesgo se tiene lo siguiente: el pago fijo es uno de varios posibles esquemas de compensación óptimos ya que, al no existir aversión al riesgo, se le puede asignar un poco de riesgo al agente y, siempre y cuando se le garantice como mínimo su utilidad de reserva, éste aceptará el contrato. Este contrato también produce el "first-best" pues la utilidad del principal es máxima y no hay mejoras posibles en el sentido de Pareto.

El esfuerzo óptimo que el principal debe exigir en todos los contratos es aquel que le genera más beneficios marginales esperados que la desutilidad marginal que le genera dicho esfuerzo al agente. Es decir, el principal exigirá un esfuerzo mayor siempre que el aumento en el beneficio esperado producto de un aumento en el esfuerzo sea superior al incremento de la desutilidad del agente debido a que este incremento se traduce en un aumento del salario que le compensa la desutilidad mayor.

1.6.1.3 Esfuerzo No Observable y Agente Neutral al Riesgo

Cuando el esfuerzo o las acciones del agente no son observables (tercer y cuarto caso), el principal ya no puede especificar de manera directa el nivel de esfuerzo que desea que el agente realice pues no puede verificar si el agente ha cumplido realmente las

apelar.

[37] Como explica Salanié, la situación de "first-best" se define bajo el supuesto de que el principal puede observar la acción del agente, en este caso puede ordenarle al agente que elija la acción eficiente y después puede escoger los pagos que le garanticen el cumplimiento de dicha acción.

instrucciones. En estos casos, el principal debe diseñar un esquema de compensación tal que se incentive al agente indirectamente a tomar las acciones consideradas como correctas u óptimas. La única manera de lograr que el agente aumente su nivel de esfuerzo es relacionando su pago a los beneficios realizados, los cuales están afectados por diferentes eventos aleatorios que ni el principal ni el agente controlan.

En el tercer caso se puede diseñar un contrato que vuelva a arrojar un "first-best". Esto se da gracias a que, como el agente es neutral, no se lo debe compensar por asumir riesgos y se puede formular un contrato en el que el principal actúe como si le vendiera el negocio al agente. Esto resultaría en un traspaso de todos los riesgos al agente. Aquí, el beneficio que recibe el principal es constante e igual al beneficio esperado que recibía en los casos anteriores; no asume riesgos. El agente, al actuar como dueño del negocio, maximiza sus beneficios eligiendo la acción o el esfuerzo que el principal hubiese elegido en el caso observable. En otras palabras, el agente recibe un incentivo de alto poder (asume mayores riesgos).[38] La utilidad esperada del agente es igual a su utilidad de reserva; la diferencia está en que ya no la recibe con certeza sino con riesgo.

1.6.1.4 Esfuerzo No Observable y Agente Averso al Riesgo

El diseño de un contrato óptimo en este caso, debe ser tal que genere un mecanismo de incentivos el cual lleve a un nivel de esfuerzo, a un resultado, y a un pago al agente, que tenga la menor desviación con respecto al resultado que se daría en caso de que hubiera información simétrica; el resultado del "first-best". Por esto, el diseño del contrato debe considerar una provisión adecuada, mas no excesiva, de incentivos por parte del principal, y la distribución eficiente del riesgo entre las partes a fin de que el agente responda esforzándose por encima del nivel mínimo y lograr así, un mejor resultado.

En el diseño de este contrato aparece una nueva restricción que se conoce como "restricción de compatibilidad de incentivos". El principal debe maximizar sus beneficios netos esperados sujeto a que el agente reciba como mínimo su utilidad de reserva, pero ahora, también sujeto a que el esfuerzo que éste desea que el agente realice maximice su utilidad esperada; es decir, para que el agente realice el esfuerzo que el principal requiere,

[38] DIXIT, Avinash: *Op. Cit.*Pg. 87.

la utilidad esperada del agente debe ser máxima para ese nivel de esfuerzo, de lo contrario el agente realizará otro esfuerzo que le garantice una utilidad mayor puesto que sus acciones no son observables y el principal no tendrá manera de tomar represalias en su contra.

En el caso en el que el esfuerzo óptimo sea aquel que le genere la menor desutilidad posible al agente, el esquema de compensación óptimo es un pago fijo que le asegura su utilidad de reserva y el resultado es el mismo que en el caso observable: es un "first-best".

El problema surge cuando el principal desea imponer un esfuerzo que le genera mayor desutilidad al agente. A fin de exponer el problema, se consideran únicamente dos niveles de esfuerzo posibles; uno alto y uno bajo.

Al resolver el diseño del contrato, el esquema de compensación óptimo viene dado por una parte fija y una parte variable la cual depende del cociente de las probabilidades condicionales de que se produzca un resultado dado el esfuerzo bajo, entre la probabilidad de que ocurra ese mismo resultado con un esfuerzo más alto. Específicamente, el esquema de compensación óptimo paga más que el sueldo fijo del resultado observable cuando los resultados son estadísticamente más probables que ocurran con un esfuerzo alto que con uno bajo. De igual manera, ofrece un menor salario cuando se obtiene un resultado que es más probable que ocurra con un esfuerzo bajo que con uno alto.

En definitiva, el agente elegirá realizar el esfuerzo alto dado este esquema de compensación haciendo que se cumpla la restricción de compatibilidad de incentivos. La imposibilidad de observar los esfuerzos del agente hace que aumenten los costos esperados de compensación de implementar un esfuerzo alto para el principal. Esto se aprecia porque el pago que recibe el agente por realizar el esfuerzo alto es mayor al pago que recibiría en el caso observable.

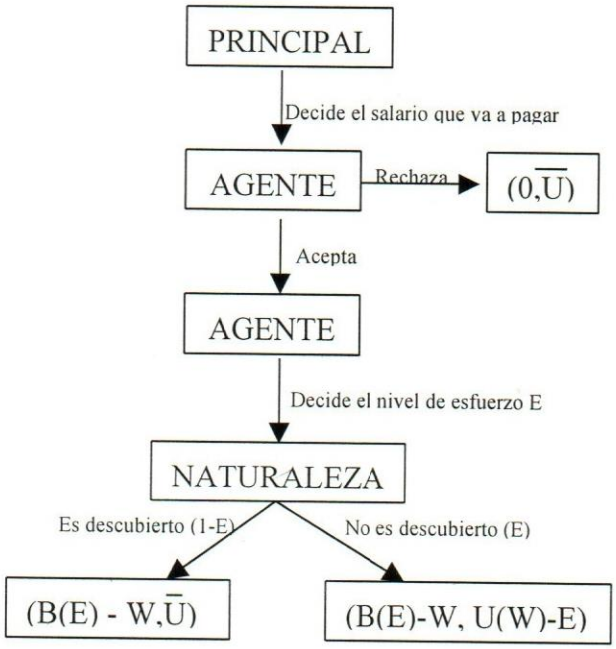
Una vez resuelto el esquema óptimo de compensación, falta resolver la maximización del principal introduciendo esta nueva información, para así saber cuál es el nivel de esfuerzo óptimo que debe exigir. Cuando el esfuerzo óptimo en el caso observable es el esfuerzo bajo, también lo será para el caso de esfuerzo no observable. Sin embargo, cuando el esfuerzo óptimo es el esfuerzo alto en el caso observable, pueden suceder una de dos cosas: 1) que el esfuerzo alto sea también el óptimo en el caso no observable, o, 2) que

el principal decida que los costos extras en los que tiene que incurrir para compensar al agente por asumir riesgos son tan altos que es preferible implementar el esfuerzo bajo.

El resultado de este contrato genera una pérdida de bienestar solamente para el principal ya que el agente continúa recibiendo su utilidad de reserva (la restricción de participación se cumple como una igualdad). En cambio, el principal, en caso de implementar el esfuerzo alto debe pagarle más al agente para compensarle por asumir riesgo dado que es averso (compensarle por un monto igual a la prima de riesgo); en caso de que se vea forzado a implementar el esfuerzo bajo cuando el esfuerzo óptimo sea el alto en el problema de esfuerzo observable, el principal recibirá un beneficio esperado menor al que recibiría en el caso anterior.

Este resultado es un óptimo de Pareto restringido o un "second-best".[39]

Otra manera de visualizar el problema principal – agente en presencia de azar moral es explicándolo a través de la teoría de juegos.[40]



[39] Un óptimo de Pareto restringido es aquella asignación que no puede ser mejorada en el sentido de Pareto por una autoridad central que es incapaz de observar las acciones de los agentes. MAS-COLELL, A; WHINSTON, M.; GREEN, J.; *Op. Cit.*. Pg. 445.

[40] BIERMAN,. *Op. Cit.*. Capítulo 12.

Se observa un juego con tres posibles resultados en el que el principal juega primero decidiendo un salario W y anunciándoselo al agente. Este puede decidir rechazar la oferta o aceptarla. En caso de rechazarla, el juego termina y los pagos de cada uno son cero para el principal y la utilidad de reserva para el agente. Si el agente acepta la oferta del principal, entra en el juego el problema del azar moral. Aquí el agente decide el nivel de esfuerzo que va a realizar. A mayor esfuerzo, menor es la probabilidad de que lo descubran holgazaneando, y menor la probabilidad de que lo reemplacen con otro empleado. La naturaleza decide si el agente es descubierto o no. En caso que lo descubran, lo despiden del trabajo y la empresa obtiene un beneficio que depende del nivel de esfuerzo de otro empleado idéntico, menos el salario que se le paga. El agente recibe su utilidad de reserva. En el caso en el que no lo descubran, la empresa recibe iguales beneficios pero el agente recibe la utilidad proveniente del salario menos la desutilidad causada por el esfuerzo realizado.

La estrategia[41] que el principal debe tomar en este juego consiste en diseñar y ofrecer un plan de incentivos al agente. La estrategia del agente consiste en formular una regla para aceptar o rechazar las ofertas y otra regla para determinar el nivel de esfuerzo el cual va a depender del salario que le paguen (a mayor salario, mayor probabilidad de esforzarse pues perderá más si es descubierto).

La solución del juego se puede conseguir por inducción hacia atrás. El agente se mueve de último tomando como dados el sueldo y su utilidad de reserva. El agente acepta el contrato si el valor esperado de su utilidad es mayor o igual a su utilidad de reserva. Luego, decide el nivel de esfuerzo que va a realizar, maximizando su utilidad esperada:

$$(1-E).(U) + (E).(U(W)-E)$$

Una vez determinada la estrategia óptima del agente, se determina cuál es la respuesta óptima del principal. Primero se buscan estrategias dominadas y se descartan: cualquier estrategia que consista en ofrecerle al agente un salario que le produzca una utilidad menor a su utilidad de reserva es dominada, pues éste rechazará automáticamente el contrato. Cualquier sueldo por encima del que garantiza el esfuerzo máximo, únicamente

[41] Se define estrategia como un plan contingente que especifica cómo reaccionará un agente ante cada posible circunstancia. MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M.; GREEN, J.: *Op. Cit.*. pg.228

incrementa los costos del principal sin aumentar sus beneficios con lo cual éstas también son estrategias dominadas.

Una vez descartadas las estrategias dominadas, el principal maximiza sus beneficios tomando en cuenta la función de esfuerzo óptima del agente. Al hacer esto, determina el salario que va a ofrecer. Este sueldo óptimo se reintroduce en la función de esfuerzo del agente y se consigue un nivel de esfuerzo subjuego perfecto.

Los resultados a los que se llega resolviendo el problema principal – agente a través de un juego, son iguales a los descritos anteriormente, donde se resuelve a través de la maximización del principal sujeta a las restricciones del agente. Lo único que cambia es la manera de ver el problema. Sin embargo, se puede observar que cuando el principal descarta las estrategias dominadas consistentes en ofrecer un salario que no garantiza el mínimo de utilidad de reserva para el agente, está considerando la restricción de participación del agente. Y, cuando está tomando en cuenta la función de esfuerzos del agente, está observando la función de compatibilidad de incentivos. Lógicamente, el objetivo del principal sigue siendo el mismo: maximizar sus beneficios esperados.

1.6.2 Información Oculta

Las asimetrías de información que se conocen con el nombre de información oculta, son aquellas en las que el agente posee una información acerca de algún estado de la naturaleza que el principal desconoce. Un ejemplo es cuando el agente conoce las oportunidades de inversión que son convenientes para la empresa pero el principal no; en el caso de la empresa que debe investigar, ésta tiene más conocimientos acerca de sus consumidores que los accionistas y por ello puede saber mejor hacia dónde dirigir los esfuerzos por innovar. Otro ejemplo sería cuando el agente conoce el grado de desutilidad que le produce realizar cierta acción o esfuerzo pero el principal no; el principal puede creer que al agente le es desagradable una actividad pero por las características o el "tipo" de agente, le son agradables y no le generan ninguna desutilidad. En estos casos, el esfuerzo del agente es observable; lo que no es observable es la realización aleatoria de la desutilidad del esfuerzo para el agente.

Para analizar este problema, supóngase que el agente tiene una función de costo que depende, tanto del esfuerzo realizado, como de un estado de la naturaleza que se produce después de la firma del contrato y que es únicamente observable por él mismo. Su desutilidad, o su costo, aumenta al incrementar el nivel de esfuerzo pero disminuye al aumentar el parámetro que expresa el estado de la naturaleza.

Al igual que en caso de azar moral, se comienza describiendo el caso en el que el estado de la naturaleza es observable para poder entender el diseño del contrato y el resultado del "first-best". Una vez establecido esto, se comparan con el caso donde el estado de la naturaleza no es observable. Igual que en el caso anterior, el principal se considera neutral al riesgo y el agente averso. Nuevamente, el diseño del contrato especifica un esquema óptimo de incentivos y un esfuerzo que el agente debe realizar.

En el caso en el que el estado de la naturaleza es observable, el principal maximiza su beneficio esperado sujeto a una restricción de participación igual que antes, pero ahora las probabilidades por las que se pondera cada resultado posible no son las probabilidades condicionales de que se dé un resultado dado un nivel de esfuerzo, sino que son las probabilidades de que se obtenga un resultado dado un estado de la naturaleza. La utilidad esperada del agente también tiene como ponderaciones dichas probabilidades en lugar de las anteriores. Ahora la función de costo del agente no depende únicamente del esfuerzo que éste realiza, sino que además, depende de las probabilidades de que se dé uno u otro estado de la naturaleza.

El resultado en el caso de información simétrica es que el principal observa el estado de la naturaleza y, a partir de allí, determina cuál es el esfuerzo que le va a exigir al agente. Como el esfuerzo es observable, el agente seguirá las instrucciones del principal como se le indica y cobrará un sueldo fijo. El principal asegura totalmente al agente, con lo cual la utilidad marginal de éste es la misma en cualquier estado. No sólo se igualan las utilidades marginales, sino también la utilidad total que es igual en cualquier estado de la naturaleza a la utilidad de reserva del agente. El nivel de esfuerzo óptimo es aquel que iguala el beneficio marginal del esfuerzo para el principal con el costo marginal del mismo para el agente (igual que antes). Como el costo marginal del esfuerzo disminuye conforme aumenta el parámetro que mide el estado de la naturaleza, ante un estado más favorable el contrato exige mayores esfuerzos por parte del agente.

En el caso en el que el estado de la naturaleza es observable únicamente por el agente, si se diseña un contrato como el anterior en el que se le pide al agente que revele al principal en cuál estado de la naturaleza se encuentra, éste tendrá incentivos para mentir cuando el estado de la naturaleza sea el más favorable. Para visualizar esto de manera más clara, suponiendo que el agente dice la verdad y anuncia que su desutilidad por realizar un esfuerzo no es tan grande, el contrato le exigirá un esfuerzo alto y un pago correspondiente a un mayor esfuerzo resultando su utilidad igual a su utilidad de reserva. Si, en cambio, miente y dice que el estado es uno menos favorable, el contrato le exigiría un esfuerzo menor y le pagaría una suma igual a la necesaria para recompensarle su desutilidad en el estado menos favorable. Pero como su desutilidad es menor dado en el estado de la naturaleza favorable, su utilidad total sería mayor a la utilidad de reserva y por esto tendría incentivos a mentir.

Para evitar que el agente le mienta al principal, el contrato debe formularse según el principio revelador el cual establece que:

1. Después de que se produzca el estado de la naturaleza el agente debe anunciar en cuál estado se encuentra.
2. El contrato especifica el sueldo y el esfuerzo que debe realizar el agente ante cada anuncio que éste haga acerca del estado de la naturaleza.
3. En cada estado el agente encuentra óptimo anunciar la verdad.

Los contratos que se basan en el principio revelador se conocen como mecanismo reveladores compatibles con los incentivos.

A efectos de la exposición se suponen únicamente dos estados posibles de la naturaleza, aunque posteriormente en el desarrollo matemático se consideran infinitos estados posibles. El principal, entonces, maximiza su beneficio esperado sujeto a la restricción de participación y a dos restricciones de compatibilidad de incentivos que también se conocen con el nombre de "restricciones de revelación de la verdad".

La primera de estas restricciones indica que la utilidad del agente en el estado favorable de la naturaleza debe ser mayor o igual si revela la verdad que si no lo hace; es decir, la utilidad del sueldo que recibe al anunciar el estado favorable menos la desutilidad que le produce realizar un esfuerzo mayor, debe ser mayor que la utilidad del sueldo que

recibiría si anunciara un estado falso. Recuérdese si el agente anunciara un caso desfavorable, se le exigiría un menor esfuerzo, se le pagaría un sueldo menor, pero su desutilidad no sería tan alta como en el "verdadero" estado desfavorable de la naturaleza. Entones, la utilidad que recibe al decir la verdad en el estado favorable debe ser mayor a la utilidad que recibe por mentir.

La segunda restricción indica que el agente debe recibir mayor utilidad si revela la verdad en el caso desfavorable de la naturaleza que la utilidad que recibiría con un sueldo mayor y más esfuerzo en caso de que mintiera.

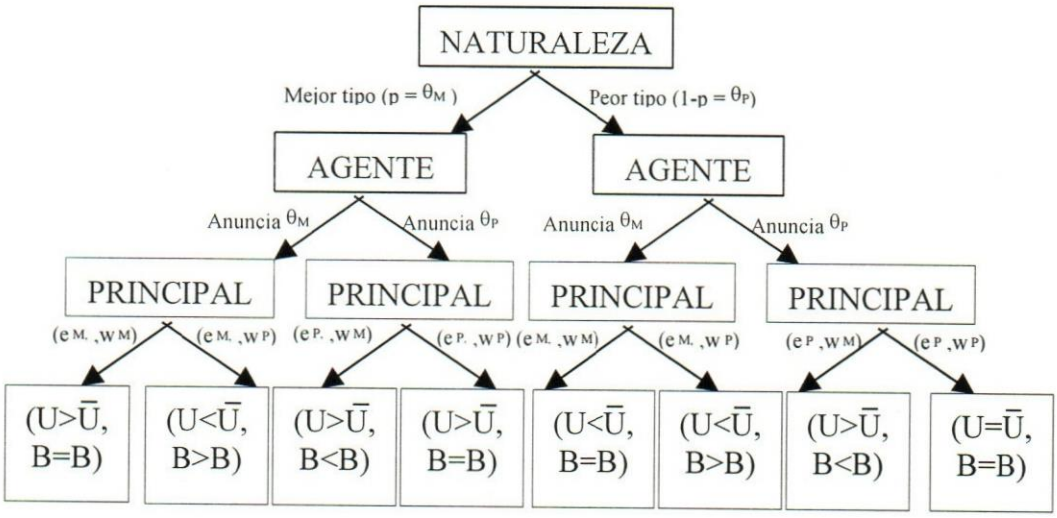
El contrato que se deriva cuando el estado de la naturaleza es observable, el "first-best", viola la primera de las dos restricciones de compatibilidad de incentivos, lo que indica que los resultados del contrato serán diferentes a los que se alcanzan en el caso ideal de información simétrica.

En el contrato óptimo, tras solucionar la maximización restringida, resulta que el esfuerzo que realiza el agente en el caso desfavorable de la naturaleza, es menor al esfuerzo bajo que realiza en el "first – best". En cambio, el esfuerzo alto ante el estado favorable de la naturaleza es igual al que resulta en el "first – best". El agente es asegurado de manera ineficiente pues recibe una utilidad mayor a su utilidad de reserva cuando se da el estado favorable e igual a su utilidad de reserva en el caso desfavorable. El beneficio del principal es menor al beneficio que recibe en el caso observable, pues debe pagarle más al agente en el estado favorable para que le sea conveniente anunciar de manera cierta dicho estado.

El resultado del diseño del contrato es un óptimo de Pareto restringido, es decir, un "second-best", igual que en el caso de azar moral. Este contrato distorsiona la decisión de esfuerzo del agente a fin de aminorar los costos de la información asimétrica. En resumen, en el caso de información oculta, el agente debe ser recompensado con una porción de los beneficios para verse incentivado a revelar de manera cierta la información que posee. Como esto representa un costo para el principal en forma de pago hacia el agente, él no fuerza este mecanismo hasta el nivel en el que la capacidad del agente sería totalmente utilizada en el caso observable; por ello o hay una sub-utilización de la capacidad del agente o una pérdida de beneficios para el principal.[42]

[42] DIXIT, Avinash: *The Making of Economic Policy a Transaction- Cost Politics Perspective*. The MIT Press, 1998.

Al igual que se hizo para el caso de azar moral, el problema de información oculta se puede explicar a través de un juego.[43] Aquí el principal juega primero ofreciendo un contrato al agente. Este puede rechazarlo y de esta manera terminar el juego; o aceptar el contrato en cuyo caso entra en el juego la naturaleza determinando las probabilidades de que el agente sea del tipo "bajo costo (θ_M)" o "alto costo (θ_P)" (donde M indica el mejor tipo de agente y P, el peor). La naturaleza, al decidir los tipos de agente, está determinando la probabilidad de que a un agente el realizar un esfuerzo no le genere tanta desutilidad o que le genere mucha. Para el caso descrito arriba el juego se puede representar de la siguiente manera (por simplicidad, no se representa las primeras jugadas que corresponden al ofrecimiento del contrato por parte del principal y la aceptación o rechazo por parte del agente; se representa únicamente a partir del momento en que el agente acepta el contrato):



El agente juega primero anunciando qué tipo de agente es. Puede mentir o decir la verdad. Si el agente anuncia que es de tipo (θ_M) ,el principal exige un esfuerzo alto y ofrece un sueldo alto (e_M,w_M). Si anuncia que es de tipo (θ_P), el principal exigirá un esfuerzo bajo y un sueldo bajo (e_P ,w_P). El principal posee dos conjuntos de información con dos nodos de decisión cada uno. Esto es así porque el principal no puede saber si el agente está diciendo la verdad o no cuando anuncia que es de cierto tipo; el principal no sabe en cuál de las dos ramas del juego se encuentra realmente. Lo único que el principal puede observar es el anuncio del agente con lo cual a los efectos de su jugada, debe tomar la decisión de manera indiferente a la rama en la que se encuentra.

[43] BIERMAN, S y FERNANDEZ, L: *Op. Cit*, capítulo 12.

Para resolver el juego, primero se eliminan las estrategias dominadas. Se observa que cualquier estrategia que le indica al agente decir que es del mejor tipo cuando no lo es, es una estrategia dominada ya que el principal exigirá un esfuerzo alto ante este anuncio, y realizar ese esfuerzo le es mucho más costoso al agente cuando es del peor tipo. Por esto, una estrategia óptima para el agente es que, siempre que sea del peor tipo, debe decir la verdad y de esta manera el principal le exigirá el menor esfuerzo recompensándolo con un sueldo que le garantiza que recibirá su utilidad de reserva.

Cualquier estrategia que le indique al principal pagar un sueldo alto y exigir un esfuerzo bajo a cambio es una estrategia dominada ya que, los beneficios que obtiene si el agente realiza un esfuerzo bajo, no alcanzan para cubrir los costos que representan un sueldo alto. Esto indica que una estrategia óptima para el principal será ofrecer un sueldo bajo siempre que el agente anuncie que es del peor tipo, sin importar si el anuncio es verdadero o no.

Cualquier estrategia que le indique al principal que debe exigir un esfuerzo alto y dar a cambio un sueldo bajo no será aceptada nunca por el agente sin importar su tipo; estas también son estrategias dominadas. Esto es así porque el agente no obtendrá suficiente utilidad de un sueldo bajo como para contrarrestar la desutilidad que le genera un esfuerzo alto. Incluso si es del mejor tipo, un esfuerzo alto requiere de una mayor remuneración para que el agente reciba al menos su utilidad de reserva. Entonces, una estrategia óptima para el principal es ofrecer siempre un sueldo alto cuando exija un esfuerzo alto.

Restan entonces, tres resultados por analizar en este juego:

1. Que el agente sea del mejor tipo, diga la verdad, realice un esfuerzo alto y reciba un sueldo alto.
2. Que el agente sea del peor tipo, diga la verdad, realice un esfuerzo bajo, reciba un sueldo bajo y una utilidad igual a su utilidad de reserva.
3. Que el agente sea del mejor tipo, mienta, realice un esfuerzo bajo, reciba un sueldo bajo y una utilidad superior a su utilidad de reserva.

La estrategia que debe seguir el principal para garantizarse que el agente diga la verdad en el caso en el que sea del mejor tipo, es ofrecer un salario lo suficientemente alto como para que realizar un esfuerzo alto siendo del mejor tipo, le genere una utilidad

superior a la que recibiría en caso de mentir. Esto solamente se logra si el principal ofrece un contrato en el que la utilidad que recibe el agente dados (θ_M, e_M ,w_M) sea mayor a la utilidad que recibe dados (θ_M, e_P ,w_P). Sabiendo que para el agente realizar un esfuerzo bajo le genera menor desutilidad en caso de ser del mejor tipo, se tiene que la utilidad que recibe dados (θ_M, e_P ,w_P) es mayor a la que recibe dados (θ_P, e_P ,w_P). Como esto último le genera al agente su utilidad de reserva, entonces, para incentivar al agente a que diga la verdad en caso de ser del mejor tipo, el principal le debe garantizar una utilidad superior a su utilidad de reserva. Esta conclusión es la misma a la que se llegó antes.

Expresar un problema principal – agente en forma de juego no cambia las conclusiones pero si ayuda a visualizar mejor el problema.

CAPÍTULO 2

LITERATURA EMPÍRICA: DESARROLLOS Y EXTENSIONES DE LOS MODELOS PRINCIPAL - AGENTE

En el capítulo anterior, se estudiaron los conceptos básicos de la teoría de los modelo principal – agente. El objetivo de la presente investigación, es desarrollar un extensión de dichos modelos. Por esto, es conveniente hacer una presentación de la literatura existente que trata acerca de distintas extensiones del modelo principal – agente. No pretende ser exhaustivo, simplemente presentamos las extensiones que ayudan a comprender mejor el desarrollo que hacemos en el capítulo cuatro.

Uno de los tópicos más estudiados en la teoría moderna de la empresa es la decisión de hacer o comprar. Es decir, la decisión de la empresa de producir algo a través de un empleado que lo haga bajo la dirección del empleador, usando los instrumentos y activos del empleador y recompensándolo usualmente con un sueldo fijo, o, en cambio, contratar a un contratista independiente que elige sus propios instrumentos, herramientas y métodos de trabajo y recompensándolo proporcionalmente a la cantidad suministrada.[44]

La literatura acerca de la organización de la tarea de investigación y desarrollo trata distintas cuestiones:[45]

1. ¿Deberían las actividades de investigación y desarrollo estar integradas junto con las otras actividades de una empresa (p.e.: manufactura, distribución, promoción) o es preferible la contratación de éstas a una unidad de investigación externa?
2. ¿Quiénes deberían realizar investigación básica y quiénes investigación aplicada (entendiéndose por investigación básica aquella que no es específica a ningún producto o empresa en particular)?

[44] HOLMSTROM, B.; MILGROM, P. [4]: *The Firm as an Incentive System.* The American Economic Review, Vol. 84, N° 4, 1994.
[45] AGHION, Philippe y HOWITT, Peter: *Endogenous Growth Theory*. The MIT Press, England 1999.

3. ¿Cuáles son los costos y beneficios de hacer asociaciones estratégicas[46] para la investigación?
4. ¿Son las empresas muy lentas y conservadoras en sus procesos de adopción de las innovaciones?
5. ¿Debería la gerencia de investigación de una empresa ser centralizada o descentralizada?
6. ¿Deberían los investigadores interactuar de manera jerárquica con los otros empleados y las otras divisiones de la empresa?
7. ¿Cómo se debería financiar y recompensar la investigación?

Primero, se estudia la cuestión de la integración vertical o la contratación externa[47]. Tradicionalmente, las actividades de investigación básica se conducían en universidades o laboratorios de investigación independientes. En cambio, las investigaciones industriales, específicas o aplicadas eran realizadas dentro de las empresas junto con el resto de las actividades de producción, mercadeo y distribución.

Sin embargo, cada vez más, las investigaciones se hacen dentro de las empresas y no se observa un aumento del número de investigadores independientes. Este fenómeno de mayor integración de las actividades de investigación y desarrollo dentro de la empresa se puede atribuir al hecho que los contratos son incompletos.

La relación entre la integración o separación de la actividad de investigación y desarrollo, se puede formular como una relación contractual entre una parte que investiga, a la cual se le denomina unidad de investigación (puede ser un departamento de una empresa o un investigador que se contrata de manera externa), y una parte que solicita la investigación y se beneficia de ella a la cual se le conoce como el cliente. La unidad de investigación provee la idea y los conocimientos y el cliente provee el capital y cualquier otro recurso necesario para la inversión.

Se afirma que los contratos para investigación y desarrollo son incompletos debido a que, por definición, no se puede especificar ni describir el resultado del contrato: la innovación. Lo que si puede especificar el contrato es: 1) la distribución de los derechos de

[46] Las asociaciones estratégicas, o "Joint Ventures" como se conocen en inglés, son asociaciones temporales entre varias partes para llevar a cabo un proyecto específico de investigación.
[47] Las extensiones que se presentan a continuación están tomadas de AGHION, P. y HOWITT, P. (1999).

propiedad[48], 2) una repartición de los beneficios obtenidos de la innovación (como los beneficios provenientes de una patente) por parte de la unidad de investigación y 3) posiblemente la inversión del cliente (posiblemente ya que, si la inversión es únicamente monetaria se puede verificar que el cliente ha aportado el monto especificado, pero si la inversión se realiza proveyendo recursos humanos o alguna otra cosa que no es perfectamente mensurable, ya no es posible una observación total del esfuerzo de inversión del cliente).

En el caso en el que la unidad de investigación está integrada junto con el cliente, éste último tiene todos los derechos de propiedad sobre la innovación realizada. En el caso de una contratación independiente, las partes negocian hasta llegar a un acuerdo acerca de los derechos de propiedad.

En el modelo que presentan Aghion y Howitt suponen que las dos partes del contrato son neutrales al riesgo, y que la probabilidad de obtener una innovación depende del esfuerzo de ambos pero de manera separada, es decir, si una de las partes no realiza ningún esfuerzo pero la otra si, aún existe probabilidad de aparición de una innovación.

En el caso integrado, la unidad de investigación no recibe ninguna compensación por innovar y por ello su esfuerzo es nulo; el cliente provee el esfuerzo máximo e igual al que hubiese hecho en el caso de poder formularse un contrato completo (un "first-best").

En el caso independiente suponen que ambas partes reciben la mitad de los beneficios y, por ello, ambas aportan la mitad del esfuerzo del que hubiesen aportado en la situación de "first-best".[49]

La utilidad de ambas partes sumadas, la utilidad conjunta o agregada (beneficio social) será mayor en el caso de independencia siempre que la eficiencia marginal del esfuerzo de la unidad de investigación sea mayor que la de la inversión del cliente. Es decir, si el beneficio de que el investigador realice un esfuerzo es superior que la pérdida dada por la disminución en la inversión del cliente (que en este caso se supone que cae a la mitad),

---

[48] Por qué los derechos de propiedad importan? Porque son una fuente de poder cuando los contratos son incompletos y no es posible definir todos los posibles usos de un activo bajo condiciones de contingencia, para ello el dueño del activo decidirá en ese momento qué hacer con el activo, esto se conoce como control residual. (Barzel, 1997, p.3).

[49] Obsérvese que la relación lineal entre los beneficios y el esfuerzo es posible gracias a la neutralidad al riesgo.

entonces conviene que la investigación se realice de manera separada; en caso contrario, conviene realizarla de manera integrada.

En la práctica, se observa que para la investigación básica se obtienen mayores beneficios cuando se realiza de manera separada y por ello se ven muchas universidades y unidades de investigación realizando este tipo de investigaciones, mientras que, para la investigación aplicada el beneficio es superior si se realiza de manera integrada. También se observa que las innovaciones que requieren de constantes renovaciones son generadas de manera integrada.

Si la probabilidad de que se produzca una innovación depende fuertemente de la difusión de la información entre la unidad de investigación y el cliente, la integración puede ser deseable[50]. De manera intuitiva, se puede pensar que a mayor velocidad de circulación de la información, mayor probabilidad de que se produzca una idea o un invento nuevo.

Sin embargo, se siguen dando muchas asociaciones estratégicas porque la independencia genera mayores incentivos a producir nuevas ideas y conocimientos. En particular, una unidad de investigación tendrá más incentivos a invertir en la próxima generación de alguna innovación actual, si tiene la posibilidad de desarrollarla y quedarse con una porción mayor de las rentas que genere. Es decir, aún cuando se hace más lenta la difusión del conocimiento, las alianzas son necesarias para que se produzcan más conocimientos en el futuro para que sean difundidos.

Otro motivo que se puede sugerir para que existan las asociaciones estratégicas para la innovación es que las empresas integradas son acusadas de ser muy apegadas a su tecnología y a preservar el capital invertido en tecnología específica.

En este modelo lo que se define como contrato óptimo es aquel que maximiza el beneficio sumado de ambas partes. Esto se podría aplicar para esta investigación de la siguiente manera: existe un principal que es dueño de la empresa (conjunto de accionistas) el cual desea tomar la decisión de realizar las investigaciones de manera integrada o contratarlas a una unidad de investigación externa; es decir, debe tomar la decisión de asignarle tanto las tareas básicas de la empresa (producción, distribución y mercadeo) como las de investigación a un mismo agente (a una sola empresa) o decidir separar las tareas

[50] Según Aghion y Howitt, otra manera de lograr una difusión más rápida de la información en una empresa es establecer una estructura orgánica en lugar de una jerárquica, sin embargo Holmstrom y Milgrom [3] llegan a la conclusión contraria.

entre dos agentes diferentes. El principal decidirá lo que le conviene maximizando el beneficio conjunto de las dos partes.

Jovanovic y Nyarko [51] ofrecen un modelo en el que se da una explicación de por qué pueden las empresas ser tan apegadas a su tecnología. El modelo supone que la experiencia en el uso de una tecnología determinada en una empresa provee información que mejora la toma de decisiones y aumenta la productividad. Una vez alcanzado el máximo de mejoras en la productividad provenientes de la experiencia, la única manera de seguir creciendo es cambiando a una nueva y mejor tecnología. Los conocimientos adquiridos en una tecnología no siempre pueden ser transferidos completamente a otra y esta transferencia depende de cuán similares sean.

Puede ocurrir que una empresa esté tan especializada en una tecnología que se rehuse a adoptar una innovación que le es desconocida debido a que el cambio puede acarrear pérdidas en la productividad, dada la dificultad para transferir las experiencias adquiridas. Puede ocurrir, también, que otra empresa inicialmente menos especializada en la tecnología dada, esté más dispuesta a probar con una tecnología nueva. Si esto sucede, la empresa más productiva puede ser alcanzada y desplazada en el largo plazo por una empresa menos eficiente.

En general, se puede decir que lo que es transferible de una tecnología a otra es el capital humano general pero no el capital humano específico. Por ello, si el capital humano acumulado con la tecnología existente es de tipo general, habrá mayor disposición a adoptar una nueva tecnología que si el capital humano es específico. A esto se le puede agregar que si el capital físico en el que se invirtió para adquirir la tecnología actual es específico a la misma y no transferible a la nueva tecnología, la empresa estará menos dispuesta a adoptar una innovación. En caso contrario, la disposición es mayor.

En el caso no integrado, la unidad de investigación puede vender su innovación a una empresa entrante. Si la entrante no está tan arraigada como la incumbente a la tecnología vieja, ésta adoptará la nueva tecnología con mayor probabilidad. Si la tecnología de la entrante es inferior a la tecnología de la empresa incumbente (o si su grado de especialización en la misma no es el máximo), los beneficios que deja de percibir por cambiar son inferiores a los que deja de percibir la incumbente. Esto se traduce en que el

[51] JOVANOVIC, B.; NYARKO, Y.: *Learning by Doing and the Choice of Technology.* Econometrica, 1996.

valor de la nueva tecnología será mayor para una empresa entrante ya que, a los beneficios que le producen la nueva tecnología, no se le deben restar los beneficios que le producían la vieja (o, en tal caso, deben restárseles beneficios menores que a la incumbente). Por ello, es más probable que, para la entrante, el valor de la nueva innovación sea mayor que el costo marginal de la inversión en la misma, igual que lo que concluyen Jovanovic y Nyarko.

Ante fuertes efectos reemplazamiento, la empresa integrada no innova, mientras que la unidad de investigación independiente si lo hace. Esto es perjudicial para el accionista de la empresa incumbente pues se arriesga a que una empresa entrante adquiera la innovación de la unidad de investigación y le gane una parte del mercado. Esto haría caer el valor de la empresa y por ende, los beneficios del accionista.

Hasta ahora se mostró cómo el aspecto de los derechos de propiedad sobre las investigaciones e innovaciones arroja luces acerca de 1) si la tarea debería estar integrada o separada de las demás tareas de la empresa, 2) si la integración facilita o no el proceso de transmisión de la información y 3) si la integración lleva a adopciones en la innovación más rápidas que en el caso separado. Además del aspecto de los derechos de propiedad, surge el aspecto de supervisión, ¿deben hacerse las investigaciones de manera centralizada o por departamentos?

Esta cuestión se puede ver de la siguiente manera: ¿conviene que la tarea de investigar esté agrupada junto con las otras tareas que tienen los gerentes de cada división o conviene más separar las tareas y asignarle la investigación a otro agente?

Aghion y Howitt mencionan que los aspectos positivos de realizar las investigaciones de manera centralizada son:

1. Las investigaciones básicas y, muchas otras en general, no son específicas a ciertos productos sino que se centran en la adaptación de nuevos procesos que son generales a toda una empresa.
2. La investigación muestra grandes economías de escala.
3. Los objetivos de la gerencia media (gerentes de divisiones) no coinciden necesariamente con los de la alta gerencia, y menos aún, con los de los accionistas; los objetivos de la alta gerencia están más alineados con los objetivos de los accionistas aunque no coinciden perfectamente.[52]

[52] Adelantándonos un poco, podemos justificar este punto ya que muchas veces los esquemas de incentivos de

Los aspectos positivos de realizar las investigaciones de manera descentralizada (incluyendo la tarea de innovar e investigar junto con las otras tareas de la gerencia media) son:

1. La proximidad que tienen los gerentes divisionales a los consumidores en comparación con la alta gerencia hace que éstos puedan evaluar y entender mejor las necesidades y carencias identificando de manera más efectiva mejores oportunidades de inversión.
2. Se encuentra que igual que hay economías de escala en la investigación, hay retornos crecientes a la especialización dado el punto anterior.
3. Reducen la sobrecarga de la alta gerencia y se logra la separación de las tareas.[53]

Estos aspectos hacen que la investigación básica se haga de manera más eficiente si la supervisión y ejecución de la tarea es centralizada. En cambio, lo mejor es que la investigación para introducir innovaciones más específicas sea delegada. Se puede describir una situación en la que el principal decide si delega la autoridad con los siguientes pasos:

1. El principal asigna la autoridad a sí mismo (centraliza las decisiones) o al agente (delega) para que éste decida qué proyecto llevar a cabo (la decisión de no llevar a cabo ningún proyecto también es válida). Los beneficios de cada proyecto no se saben *ex – ante*. Lo que se sabe es que hay un proyecto que le genera beneficios máximos al principal y otro que le genera beneficios máximos al agente. Si se elige el proyecto que más le conviene al agente, el principal recibe una fracción de su beneficio máximo, pero recibe más que si no se elige ningún proyecto. De igual manera, si se elige el proyecto óptimo para el principal, el agente recibirá una porción de los beneficios que recibiría con su mejor opción.

---

la alta gerencia dependen en mayor parte de una parte variable que está relacionada al desempeño de las acciones de la empresa en el mercado. Es decir, los pagos incluyen participaciones accionarias en la empresa con lo cual los objetivos de la alta gerencia se encuentran más cerca de la de los accionistas en general, por ser ellos mismos accionistas de la empresa; no se acercan de manera exacta puesto que al ser también empleados de la empresa, tienen otros objetivos que no coinciden de manera perfecta con los de los otros accionistas.

[53] Más adelante vemos que la separación de las tareas entre los agentes es más eficiente que dos agentes realizando la misma tarea.

2. Cada parte adquiere información acerca de los pagos o beneficios de los proyectos. Cada uno tiene una función de costo de la búsqueda de información que es creciente y convexa en las probabilidades (mientras más alta es la probabilidad de obtener información cierta acerca de los beneficios de un proyecto, mayor es el costo).
3. El que no tiene autoridad sugiere un proyecto o ninguno.
4. El que tiene autoridad acepta la sugerencia o selecciona otro proyecto o decide no llevar a cabo ninguno.

Únicamente conviene llevar a cabo algún proyecto cuando al menos una de las partes ha buscado información puesto que habrán proyectos cuyos beneficios esperados sean negativos y, entonces, sea preferible no realizar ningún proyecto que incurrir en pérdidas. Sin embargo, se supone que si alguna de las partes ha buscado información, ésta no permitirá que se elija un proyecto desfavorable. Por otra parte, para cualquiera de los dos es preferible obtener una fracción de sus beneficios máximos que obtener un beneficio de cero en caso de no llevar a cabo ningún proyecto.

Una vez que se toma la decisión de delegar la autoridad, suceden tres cosas:

1. La iniciativa del agente a buscar información acerca de los beneficios de los proyectos aumenta.
2. El aumento de la iniciativa le asegura un beneficio esperado positivo al principal.
3. El principal tiene que aceptar un mayor riesgo de llevar a cabo proyectos que le son subóptimos.

La decisión de centralizar o no la tarea de investigación y desarrollo va a depender de la relación entre los beneficios provenientes de 1 y 2 (a los que hay que añadirle el beneficio de la reducción en la sobrecarga del principal) y los perjuicios de 3. Aplicando esta extensión a la presente investigación, se tiene que el conjunto de accionistas delega en el CEO de una empresa la autoridad para elegir los proyectos de investigación. Para los accionistas, es más difícil obtener información confiable acerca de los resultados de los proyectos que para el agente; de allí que existe un beneficio en delegar autoridad.

Se supone que la tercera actividad no le produce ningún beneficio al empleado ya que la empresa no puede determinar la verdadera contribución de él en esta, y por ello, no lo puede recompensar más, a medida que se esfuerce más en ella. Por otro lado, la cuarta tarea no le produce ningún beneficio a la empresa. El único indicador en el cual se puede basar una compensación variable es en la venta de productos en el periodo corriente. Estas ventas pueden ser remuneradas a través de comisiones.

El contrato especifica un sueldo fijo, unos porcentajes de comisión y el permiso o no de vender productos de otras empresas. También especifica si el empleado trabajará con sus propios clientes o si la empresa le proveerá la cartera de clientes. En este caso, el activo sobre el cual se tienen derechos de propiedad es el cliente (o mejor dicho la relación con el cliente).

Holmstrom y Milgrom encuentran que los tres diferentes mecanismos de incentivos (pagos variables o fijos, propiedad sobre los activos y libertad para realizar actividades propias) son complementarios en el sentido de que al aumentar un mecanismo, los beneficios marginales de incrementar los otros incentivos también aumenta. Esto sugiere que los tres deberían moverse en la misma dirección. En otras palabras, si se aumenta el incentivo de realizar una actividad, aumentará el esfuerzo del agente en esa y disminuirá en todas las demás. Por ello, la única manera de proveer incentivos hacia la realización de actividades que no le generan beneficios al agente, es por la vía de no proveer incentivos fuertes o de alto poder para las otras.

Proponen que el uso de incentivos de bajo poder, aún cuando generan ciertas desventajas, alientan la cooperación y la coordinación dentro de la empresa. Entonces, conviene que se dé una relación empleado - empleador en lugar de una contratación independiente siempre que:

1. El costo marginal de evaluar el esfuerzo y los resultados sea alto.
2. La importancia de las actividades de no venta sea alta para el empleador.

Proponen también que cuando la relación es de independencia:

1. Las unidades independientes gozan de mayor libertad para perseguir actividades propias que le reportan un beneficio únicamente al agente.
2. El principal le da incentivos de más alto poder al agente.

El modelo del siguiente capítulo se basa en un modelo principal – agente multitarea desarrollado por los mismos autores. Antes de realizar el desarrollo matemático, se expone un resumen de las características y los resultados más importantes de lo que proponen.

Holmstrom y Milgrom explican que, "en el tratamiento tradicional del problema principal – agente, los mecanismos de compensación e incentivos sirven la doble función de distribuir los riesgos y recompensar el esfuerzo productivo."[55]

El tratamiento tradicional considera que los agentes realizan un esfuerzo y que éste es unidimensional, es decir, tienen una sola tarea o actividad a la que le dedican esfuerzo y éste es de un solo tipo (horas trabajadas, esfuerzo intelectual dedicado, etc.). Al aumentar el número de tareas que realiza el agente, el esfuerzo deja de ser un escalar para convertirse en un vector columna de esfuerzos con tantos elementos como tareas haya; se vuelve un análisis multidimensional.

Las diferencias entre el análisis unidimensional y el multidimensional son:

1. En el estudio multidimensional, cuando hay múltiples tareas, los incentivos no sólo sirven para las dos funciones anteriores sino que además sirven para distribuir la atención o el esfuerzo del agente *entre* sus diferentes tareas.
2. En el estudio multidimensional, el diseño del trabajo, entendido como la agrupación de ciertas tareas y responsabilidades en un solo agente, es un instrumento importante de incentivos (en el estudio unidimensional esto carece de sentido).
3. En el estudio unidimensional el esfuerzo siempre genera desutilidad. En cambio, cuando hay varias tareas, algunas pueden ser placenteras y otras no; lo importante es que la suma de los esfuerzos (que tendrá entradas positivas cuando es un esfuerzo no placentero y negativo en caso contrario) genera desutilidad y de allí que al agente no le guste realizar, sin incentivos, lo que el principal le indica.

---

[55] HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [3]: *Multitask Principal- Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership and Job Design.* Oxford University Press, 1991. Pg 24-52.

El costo del agente depende del esfuerzo que realiza en todas las actividades en conjunto; depende del esfuerzo total. Esto garantiza que el aumentar la compensación de una tarea ocasionará una reasignación de la atención del agente alejándose de las otras tareas.

Un resultado importante del modelo explica el porqué las cláusulas de incentivos son tanto menos comunes de lo que predice la teoría unidimensional: la provisión de incentivos hacia una actividad debería disminuir al aumentar la dificultad de observar y medir las otras actividades que compiten por la atención y el tiempo del agente.

Otra conclusión es que, cuando existen activos que se deprecian según el uso que se les dé y estos son propiedad del principal (caso de integración), los incentivos son de bajo poder para evitar el abuso de los mismos por parte del agente. En cambio, cuando la propiedad es del agente, se le dan incentivos de alto poder para que no los subutilice. Esto corrobora la hipótesis de que los incentivos de alto poder están más presentes en los contratos entre empresas que en los contratos dentro de ellas.

El modelo también predice que es preferible la contratación independiente en el que el agente es el dueño de los activos cuando:

1. La aversión al riesgo por parte del agente no es significativa.
2. La varianza de los retornos de los activos es baja.
3. La varianza del error de medición de otros aspectos del desempeño del agente es baja.

En definitiva, lo que determina los beneficios de la integración son los costos de medición.

Otra conclusión del modelo es que las actividades personales que se le permiten llevar a cabo al agente deberían restringirse a medida que aumenta la dificultad de medir y recompensar las labores que requiere el principal que el agente haga. Sin embargo, cuando la utilidad marginal que le produce al agente hacer la tarea que el principal requiere es mayor que la utilidad de las tareas personales, se le dará mayor libertad sin perjudicar los beneficios del principal. De igual manera, mientras más fácil sea monitorear al agente, mayor libertad.

En cuanto al diseño de las responsabilidades, encuentran que lo más eficiente es el esquema jerarquizado en el que cada agente tiene una sola tarea que cumplir. Esto se debe a que el costo de supervisar una tarea se duplica si la llevan a cabo dos agentes en lugar de uno. En el caso en el que sea deseable o necesario agrupar diferentes tareas para que las realice un solo agente, la manera óptima de hacerlo es agrupando aquellas tareas que sean difíciles de medir y observar y asignárselas a un agente, dejándole las demás tareas fácilmente mensurables al otro.

El rango de instrumentos que se pueden usar para controlar el desempeño de un agente en una serie de actividades, es más grande que simplemente decidir cuánto y cómo se le debe pagar; también se pueden cambiar la propiedad de los activos, variar las restricciones de cómo se puede hacer un trabajo, variar los límites y los incentivos de actividades que compiten por la atención del agente, agrupar tareas relacionadas, y otros.

El modelo principal – agente también se puede ampliar para abarcar problemas donde hay varios principales[56] al igual que problemas donde hay varios agentes[57].

En el ámbito de la presente investigación, la empresa puede realizar dos tareas: incrementar los beneficios a corto plazo destinando recursos a fortalecer aquellos productos que ya comercializa, o, puede destinar recursos y esfuerzos al proceso de innovación. La primera tarea es de fácil observación por parte del conjunto de accionistas ya que las empresas reportan sus beneficios en informes periódicos. Los resultados de la segunda tarea no pueden ser observados fácilmente por varios motivos:

1. Los beneficios que le reportan a la empresa los productos nuevos no son visibles en el corto plazo. Estos toman tiempo para posicionarse dentro de los mercados una vez introducidos en los mismos.
2. El éxito o fracaso de una innovación no está relacionado únicamente con el nivel de inversión destinado a investigación y desarrollo (se puede invertir mucho pero si el capital humano con el que se cuenta no es adecuado, o no hay

[56] Ver: DIXIT, Avinash.
[57] HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [2]: *Regulating Trade Among Agents.* Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE), Alemania 1990. Pg 85-105.

[58] KUCZMARSKI, T. *Op. Cit.*. Pg. 14

CAPÍTULO 3

DESARROLLO MATEMÁTICO DEL MODELO BÁSICO

En el desarrollo matemático del modelo básico, se asume que el principal es el conjunto de accionistas de una empresa y el agente es el presidente de la misma (CEO). El agente puede realizar dos actividades: la actividad de "mantenimiento" y la actividad de investigación.

Las actividades de mantenimiento están destinadas a la generación de utilidades y beneficios con los instrumentos, productos y servicios que la empresa ya posee. Es decir, son todas aquellas actividades dedicadas a la producción, venta, distribución y promoción de aquellos productos y servicios que la empresa ha introducido en el mercado en periodos pasados, con la tecnología que ha usado hasta el momento.

Las actividades de investigación están destinadas a la generación de utilidades futuras que afecten la senda de crecimiento (o decrecimiento) del precio de la acción a largo plazo. Se supone que la única manera de cambiar dicha senda es por la vía de la innovación y éstas pueden afectarla de manera positiva (si la innovación es un éxito) o de manera negativa (si la innovación es un fracaso). Las rentas producidas por innovaciones que se introducen en periodos anteriores pasan a ser parte de las actividades de mantenimiento y se consideran parte de las utilidades; es decir, se supone que las innovaciones afectan una sola vez y para siempre la senda de crecimiento del precio de la acción.

Las utilidades que se generan durante el periodo corriente dependen tanto del nivel de esfuerzo que el CEO realiza en la actividad de mantenimiento (medido a través de la cantidad de recursos monetarios y de tiempo que se destinan a dicha actividad), como de una perturbación aleatoria con media igual a cero y varianza finita igual a σ_1^2:

(1) $U_T = \mu(t_1) + \varepsilon_1$

El cambio de la senda de crecimiento del precio de la acción "g", va a depender del nivel de esfuerzo realizado por el CEO en el periodo corriente en la actividad de investigación, y de una perturbación aleatoria con media igual a cero y varianza finita igual a σ_2^2:

(2) $g = \mu(t_2) + \varepsilon_2$

Los niveles de esfuerzos no son observables[59] por el conjunto de accionistas. Sin embargo, éstos pueden observar los resultados de las utilidades y el cambio en la senda del precio de la acción. Debido a esto, la remuneración del CEO va a depender de dichos resultados:

(3) $w = \alpha_1 U_T + \alpha_2 g + \beta$

donde α_1 representa el bono que se le paga al CEO por las utilidades obtenidas en el periodo, α_2 representa el bono que se le paga por el aumento o la disminución de la senda de crecimiento del precio de la acción en el periodo y β es el sueldo fijo.

La función de utilidad del CEO es:

(4) $u(w) = -e^{-rw}$

donde "r" es igual al coeficiente de aversión absoluta al riesgo y "w" es el sueldo que percibe el CEO[60]. La función de utilidad es cóncava y creciente respecto de "w".

El equivalente certeza de percibir un sueldo como el descrito en (3) es igual a:

(5) $EC = \alpha_1\mu(t_1) + \alpha_2\mu(t_2) + \beta - C(t) - 1/2.r.(\alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2})$

donde C(t) representa la desutilidad que le generan los esfuerzos de ambas tareas al agente, y el último término representa la prima por riesgo.

Este EC puede ser derivado de la siguiente manera[61]:

$u(w) = -e^{-rw}$

donde $w \sim N(\mu, \sigma^2)$ y $\mu = \alpha_1 U_T + \alpha_2 g + \beta$; $\sigma^2 = \alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2}$

$U(EC) = U[E(u(w))]$

$E[u(w)] = E(-e^{-rw})$

Al sustituir la función de distribución normal en w resulta:

$$E[-e^{-rw}] = -\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-rw} \cdot 1/\sqrt{2\pi\sigma} \cdot e^{-(w-\mu)^2/2\sigma^2}\, dw$$

$$E[-e^{-rw}] = -e^{r^2\sigma^2/2} \cdot e^{-\mu r} \int_{-\infty}^{+\infty} 1/\sqrt{2\pi\sigma} \cdot e^{-[w-(\mu - r\sigma^2)]^2/2\sigma^2}\, dw$$

---

[59] Si los niveles de esfuerzo fuesen observables, el contrato óptimo arrojaría un "first best" en el cual el principal le indicaría al CEO el nivel de esfuerzo que debe realizar y éste recibiría un sueldo fijo; estaría totalmente asegurado. En ese caso no habría un problema de agencia pues no hay cabida para el azar moral.

[60] $r = -u''/u'$. $du/dw = r.e^{-rw}$; $d^2u/dw^2 = -r^2.e^{-rw}$; FERNANDEZ de CASTRO, J. y TUGORESJ. *Op.cit.*Pg.636.

[61] WOLFSTETTER, Elmar: Topics in Microeconomics: industrial organization, auctions, and incentives. Cambridge University Press 1999. Pgs. 347-348.

La integral es igual a 1 ya que el integrando es igual a una función de distribución normal con media $\mu-(r/2)\sigma^2$ y varianza finita σ^2. Por esto se obtiene que:

$$E[-e^{-rw}] = -e^{r^2\sigma^2/2} \cdot e^{-\mu r} = -e^{-r(\mu-(r/2)\sigma^2}$$

donde la inversa de $u(w) = -e^{-rw}$ es $u^{-1}(EC) = -1/r \ln(-EC)$

$$EC = -1/r \cdot \ln(e^{-r(\mu-r/2)\sigma^2})$$

$$EC = \mu-(r/2)\sigma^2$$

Por su parte, el principal desea maximizar los beneficios que le proporcionan ambas tareas que realiza el agente. En particular, el principal desea maximizar el rendimiento total de la acción que se puede expresar como[62]:

(6) $G = (P_t - P_0 + DIV)/P_0$

donde P_0 es el precio de compra de la acción (o el valor inicial de la acción en el momento en el que el CEO asume su cargo), P_t es el precio al que vende la acción (o el valor final de la acción en el momento en el que el CEO abandona su cargo) y DIV son la suma de los dividendos que recibe mientras la posee (o el flujo de dividendos que recibe mientras el CEO está en el cargo). El cambio "normal" en el precio de la acción se produce gracias a los cambios en la utilidades y esto define la senda de crecimiento; los cambios en la senda son producto de las innovaciones, y el flujo de dividendos proviene de las utilidades que se reparten en cada periodo.

El problema del principal es determinar cuál es la compensación que debe recibir el agente y cuál debe ser el esfuerzo que debe exigir para cada tarea, a fin de maximizar sus beneficios netos (lo que recibe, menos lo que le paga al CEO). En concreto, su problema es determinar los valores óptimos de α_1 y α_2, y t_1 y t_2.

Se puede, entonces, formalizar el problema principal – agente descrito de la siguiente manera:

(7) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ G(t) - E(w)$

Sujeto a: (8)$E(u(w) - C(t)) \geq u(\overline{w})$

(9)t_1, t_2 que maximiza $E(u(w) - C(t))$

[62] FABOZZI, F.; MODIGLIANI, F.; FERRI, M.: Mercados e Instituciones Financieras. 1996. Pg.272.

La primera restricción es la restricción de participación la cual indica que, para que el CEO acepte asumir el cargo, se le debe recompensar de manera tal que, el valor esperado de la utilidad que le proporciona el sueldo de CEO sea superior a la utilidad que recibiría con otra actividad (ocio, otro cargo, otra empresa, etc.); se le debe garantizar como mínimo su utilidad de reserva. Esta restricción tiene sentido ya que, si no se le asegura una utilidad superior a la que ya tiene, el CEO no tiene ningún incentivo para aceptar el contrato.

La segunda restricción es la restricción de compatibilidad de incentivos. Esta indica que, para que el agente realice el nivel de esfuerzo que el principal requiere en cada actividad, la utilidad esperada de esforzarse de esa manera debe ser la máxima posible. En caso contrario, el CEO elegirá otro nivel de esfuerzo, logrando para sí una mayor utilidad y empeorando los beneficios de los accionistas.

Resolver la maximización del principal sujeto a las restricciones del agente, es igual que maximizar el equivalente certeza total, el cual viene dado por la suma del equivalente certeza del principal ($G(t) - \alpha_1\mu(t_1) - \alpha_2\mu(t_2) - \beta$) más el del agente, sujeto a la restricción de compatibilidad de incentivos:

(10) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ G(t) - C(t) - 1/2.r.(\alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2})$

sujeto a: (11) t_1, t_2 que maximiza $\alpha_1\mu(t_1) + \alpha_2\mu(t_2) - C(t)$

En esta restricción no aparecen ni el término β ni la prima por riesgo ya que estos términos no se ven afectados por las acciones del agente. Si la función de utilidades corrientes (U_T) y la función de cambio de la senda del precio de la acción (g) son cóncavas con respecto al esfuerzo, y la función de desutilidad o costo es estrictamente convexa (también con respecto al esfuerzo), la decisión de los niveles de esfuerzo del agente estará caracterizada por el conjunto de condiciones de primer orden, que definen de manera única la función de respuesta del mismo. Esta función se puede denotar como $t(\alpha_1, \alpha_2)$. Al introducir esta función de respuesta en la función objetivo, el problema se convierte en una maximización sin restricciones.

Para simplificar el análisis se supone $\mu(t_1) = t_1$ y $\mu(t_2) = t_2$. En el contexto de la empresa, esta simplificación se podría entender como que las utilidades corrientes "U_T" y la variación de la senda del precio de la acción "g" dependen directamente de la cantidad de recursos monetarios y humanos (vistos como el número de empleados que el CEO asigna a cada tarea).

Al resolver la maximización del agente, las condiciones de primer orden resultan $\alpha_1 = \partial C(t)/\partial t_1$ y $\alpha_2 = \partial C(t)/\partial t_2$.[63] Si se expresan ambas condiciones de manera vectorial, se tiene que $\alpha = \partial \mathbf{C}$. Al invertir el sistema, se consigue la función de oferta del esfuerzo que puede ser vista como cuánto esfuerzo realizará el agente ante cambios en los "precios" (incentivos) de sus esfuerzos: $\mathbf{t} = \mathbf{t}(\alpha) = (\partial \mathbf{C})^{-1}\alpha$.

Volviendo a diferenciar α respecto de t se obtiene:

(12) $\partial\alpha_1/\partial t_1 = C_{11}$; $\partial\alpha_2/\partial t_2 = C_{22}$; $\partial\alpha_1/\partial t_2 = C_{12} = \partial\alpha_2/\partial t_1$

Lo que se puede expresar en notación matricial como: $\partial\alpha/\partial\mathbf{t} = [C_{ij}]$. También se tiene que $\partial\mathbf{t}/\partial\alpha = [C_{ij}]^{-1}$. Haciendo uso de estas expresiones, se puede resolver el problema de maximización no restringida (10) el cual resulta en:

(10a) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ Z = G(t(\alpha)) - C(t(\alpha)) - 1/2.r.\alpha^T.\Sigma.\alpha$

donde Σ es la matriz de varianzas y covarianzas. Se diferencia Z con respecto al vector α:

(13) $\partial Z/\partial\alpha = \partial G/\partial t.\partial t/\partial\alpha - \partial C/\partial t.\partial t/\partial\alpha - 1/2.r.(\Sigma + \Sigma^T)\alpha = 0$

$[C_{ij}]^{-1}G' - [C_{ij}]^{-1}.\alpha - r.\Sigma.\alpha = 0$ premultiplicando por $[C_{ij}]$ ambos miembros

$G' - I\,\alpha - [C_{ij}]\,r\Sigma\alpha = 0$ reorganizando $[C_{ij}]\,r\Sigma\alpha$

$G' - [I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]\,\alpha = 0$ premultiplicando por la matriz inversa $[I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]^{-1}$

(14) $\alpha = [I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]^{-1}.G'$

Este resultado indica el esquema de compensación óptimo. Como caso particular se tiene que, cuando los términos de error son estocásticamente independientes ($\sigma_{i,j} = 0,\ \forall\ i \neq j$) y las actividades son independientes tecnológicamente, ($C_{ij} = 0,\ \forall\ i \neq j$), el resultado (14) se simplifica a: $\alpha_i = G_i'/(1 + rC_{ii}\sigma_i^2)$

Este resultado coincide con la intuición dado que:

1. A mayor aversión al riesgo (r), el óptimo es proveerle menos incentivos al agente. En particular, si el agente tiene aversión infinita al riesgo ($r = \infty$), el esquema de compensación óptimo es fijo e igual a "β" ya que "α" tiende a cero.

---

[63] La restricción de compatibilidad de incentivos del agente se puede reescribir como: $Z = \alpha_1 t_1 + \alpha_2 t_2 - C(t)$. Las condiciones de primer orden para la maximización de Z vienen dadas por:

(1) $\partial Z/\partial t_1 = \alpha_1 - \partial C(t)/\partial t_1 = 0. \Rightarrow \alpha_1 = \partial C(t)/\partial t_1$

(2) $\partial Z/\partial t_2 = \alpha_2 - \partial C(t)/\partial t_2 = 0. \Rightarrow \alpha_2 = \partial C(t)/\partial t_2$

2. A mayor incertidumbre sobre el resultado de las tareas (σ_i^2), es mejor proveer incentivos de más bajo poder. Esto se debe a que el agente es averso al riesgo y el principal preferirá incentivar menos una actividad, que recompensar al agente por su prima de riesgo mayor.
3. Dado que $\partial t_i/\partial \alpha_i = 1/C_{ii}$, a mayores valores de C_{ii}, menores serán las respuestas del agente ante aumentos en los incentivos y, para el principal será óptimo disminuir el valor de α_i.

En resumen, a (1) mayor aversión al riesgo (r), a (2) mayor incertidumbre sobre el resultado de una tarea (σ^2), y a (3) menores respuestas ante aumentos en los incentivos (C_{ii}), será más conveniente darle menores incentivos (incentivos de más bajo poder) al agente.

Una vez que se obtiene el esquema de compensación óptimo, éste se introduce nuevamente en la maximización (10a) y se determina el nivel de esfuerzo óptimo para cada tarea:

(15) $\partial Z/\partial t = \partial G/\partial t - \partial C/\partial t = 0$

(16) $G' = C'$

El principal exige el nivel de esfuerzo para cada actividad que iguala los beneficios marginales que recibe de cada una con el costo marginal que le generan al agente. Esto es así dado que el principal recompensa al agente cuando éste realiza un mayor esfuerzo, pagándole más. El pago adicional que el principal le hace por elevar su nivel de esfuerzo es igual al costo marginal que le produce al agente dicho aumento de nivel. De allí que el principal va a exigir un esfuerzo que iguale su beneficio marginal con el costo marginal del agente.

En el siguiente capítulo desarrollamos las extensiones que queremos simular sobre el modelo básico presentado.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO MATEMÁTICO DEL MODELO BÁSICO

En el desarrollo matemático del modelo básico, se asume que el principal es el conjunto de accionistas de una empresa y el agente es el presidente de la misma (CEO). El agente puede realizar dos actividades: la actividad de "mantenimiento" y la actividad de investigación.

Las actividades de mantenimiento están destinadas a la generación de utilidades y beneficios con los instrumentos, productos y servicios que la empresa ya posee. Es decir, son todas aquellas actividades dedicadas a la producción, venta, distribución y promoción de aquellos productos y servicios que la empresa ha introducido en el mercado en periodos pasados, con la tecnología que ha usado hasta el momento.

Las actividades de investigación están destinadas a la generación de utilidades futuras que afecten la senda de crecimiento (o decrecimiento) del precio de la acción a largo plazo. Se supone que la única manera de cambiar dicha senda es por la vía de la innovación y éstas pueden afectarla de manera positiva (si la innovación es un éxito) o de manera negativa (si la innovación es un fracaso). Las rentas producidas por innovaciones que se introducen en periodos anteriores pasan a ser parte de las actividades de mantenimiento y se consideran parte de las utilidades; es decir, se supone que las innovaciones afectan una sola vez y para siempre la senda de crecimiento del precio de la acción.

Las utilidades que se generan durante el periodo corriente dependen tanto del nivel de esfuerzo que el CEO realiza en la actividad de mantenimiento (medido a través de la cantidad de recursos monetarios y de tiempo que se destinan a dicha actividad), como de una perturbación aleatoria con media igual a cero y varianza finita igual a σ_1^2:

(1) $U_T = \mu(t_1) + \varepsilon_1$

El cambio de la senda de crecimiento del precio de la acción "g", va a depender del nivel de esfuerzo realizado por el CEO en el periodo corriente en la actividad de investigación, y de una perturbación aleatoria con media igual a cero y varianza finita igual a σ_2^2:

(2) $g = \mu(t_2) + \varepsilon_2$

Los niveles de esfuerzos no son observables[59] por el conjunto de accionistas. Sin embargo, éstos pueden observar los resultados de las utilidades y el cambio en la senda del precio de la acción. Debido a esto, la remuneración del CEO va a depender de dichos resultados:

(3) $w = \alpha_1 U_T + \alpha_2 g + \beta$

donde α_1 representa el bono que se le paga al CEO por las utilidades obtenidas en el periodo, α_2 representa el bono que se le paga por el aumento o la disminución de la senda de crecimiento del precio de la acción en el periodo y β es el sueldo fijo.

La función de utilidad del CEO es:

(4) $u(w) = -e^{-rw}$

donde "r" es igual al coeficiente de aversión absoluta al riesgo y "w" es el sueldo que percibe el CEO[60]. La función de utilidad es cóncava y creciente respecto de "w".

El equivalente certeza de percibir un sueldo como el descrito en (3) es igual a:

(5) $EC = \alpha_1\mu(t_1) + \alpha_2\mu(t_2) + \beta - C(t) - 1/2.r.(\alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2})$

donde C(t) representa la desutilidad que le generan los esfuerzos de ambas tareas al agente, y el último término representa la prima por riesgo.

Este EC puede ser derivado de la siguiente manera[61]:

$u(w) = -e^{-rw}$

donde $w \sim N(\mu, \sigma^2)$ y $\mu = \alpha_1 U_T + \alpha_2 g + \beta$; $\sigma^2 = \alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2}$

$U(EC) = U[E(u(w)]$

$E[u(w)] = E(-e^{-rw})$

Al sustituir la función de distribución normal en w resulta:

$$E[-e^{-rw}] = -\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-rw} \cdot 1/\sqrt{2\pi\sigma} \cdot e^{-(w-\mu)^2/2\sigma^2}\, dw$$

$$E[-e^{-rw}] = -e^{r^2\sigma^2/2} \cdot e^{-\mu r} \int_{-\infty}^{+\infty} 1/\sqrt{2\pi\sigma} \cdot e^{-[w-(\mu - r\sigma^2)]^2/2\sigma^2}\, dw$$

---

[59] Si los niveles de esfuerzo fuesen observables, el contrato óptimo arrojaría un "first best" en el cual el principal le indicaría al CEO el nivel de esfuerzo que debe realizar y éste recibiría un sueldo fijo; estaría totalmente asegurado. En ese caso no habría un problema de agencia pues no hay cabida para el azar moral.

[60] $r = -u''/u'$. $du/dw = r.e^{-rw}$; $d^2u/dw^2 = -r^2.e^{-rw}$; FERNANDEZ de CASTRO, J. y TUGORESJ. *Op.cit.*Pg.636.

[61] WOLFSTETTER, Elmar: Topics in Microeconomics: industrial organization, auctions, and incentives. Cambridge University Press 1999. Pgs. 347-348.

La integral es igual a 1 ya que el integrando es igual a una función de distribución normal con media μ-$(r/2)\sigma^2$ y varianza finita σ^2. Por esto se obtiene que:

$$E[-e^{-rw}] = -e^{r^2\sigma^2/2} \cdot e^{-\mu r} = -e^{-r(\mu-(r/2)\sigma^2}$$

donde la inversa de $u(w) = -e^{-rw}$ es $u^{-1}(EC) = -1/r \ln(-EC)$

$$EC = -1/r \cdot \ln(e^{-r(\mu-r/2)\sigma^2})$$

$$EC = \mu-(r/2)\sigma^2$$

Por su parte, el principal desea maximizar los beneficios que le proporcionan ambas tareas que realiza el agente. En particular, el principal desea maximizar el rendimiento total de la acción que se puede expresar como[62]:

(6) $G = (P_t - P_0 + DIV)/P_0$

donde P_0 es el precio de compra de la acción (o el valor inicial de la acción en el momento en el que el CEO asume su cargo), P_t es el precio al que vende la acción (o el valor final de la acción en el momento en el que el CEO abandona su cargo) y DIV son la suma de los dividendos que recibe mientras la posee (o el flujo de dividendos que recibe mientras el CEO está en el cargo). El cambio "normal" en el precio de la acción se produce gracias a los cambios en la utilidades y esto define la senda de crecimiento; los cambios en la senda son producto de las innovaciones, y el flujo de dividendos proviene de las utilidades que se reparten en cada periodo.

El problema del principal es determinar cuál es la compensación que debe recibir el agente y cuál debe ser el esfuerzo que debe exigir para cada tarea, a fin de maximizar sus beneficios netos (lo que recibe, menos lo que le paga al CEO). En concreto, su problema es determinar los valores óptimos de α_1 y α_2, y t_1 y t_2.

Se puede, entonces, formalizar el problema principal – agente descrito de la siguiente manera:

(7) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ G(t) - E(w)$

Sujeto a: (8)$E(u(w) - C(t)) \geq u(\overline{w})$

(9)t_1, t_2 que maximiza $E(u(w) - C(t))$

[62] FABOZZI, F.; MODIGLIANI, F.; FERRI, M.: Mercados e Instituciones Financieras. 1996. Pg.272.

La primera restricción es la restricción de participación la cual indica que, para que el CEO acepte asumir el cargo, se le debe recompensar de manera tal que, el valor esperado de la utilidad que le proporciona el sueldo de CEO sea superior a la utilidad que recibiría con otra actividad (ocio, otro cargo, otra empresa, etc.); se le debe garantizar como mínimo su utilidad de reserva. Esta restricción tiene sentido ya que, si no se le asegura una utilidad superior a la que ya tiene, el CEO no tiene ningún incentivo para aceptar el contrato.

La segunda restricción es la restricción de compatibilidad de incentivos. Esta indica que, para que el agente realice el nivel de esfuerzo que el principal requiere en cada actividad, la utilidad esperada de esforzarse de esa manera debe ser la máxima posible. En caso contrario, el CEO elegirá otro nivel de esfuerzo, logrando para sí una mayor utilidad y empeorando los beneficios de los accionistas.

Resolver la maximización del principal sujeto a las restricciones del agente, es igual que maximizar el equivalente certeza total, el cual viene dado por la suma del equivalente certeza del principal ($G(t) - \alpha_1\mu(t_1) - \alpha_2\mu(t_2) - \beta$) más el del agente, sujeto a la restricción de compatibilidad de incentivos:

(10) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ G(t) - C(t) - 1/2.r.(\alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2})$

sujeto a: (11) t_1, t_2 que maximiza $\alpha_1\mu(t_1) + \alpha_2\mu(t_2) - C(t)$

En esta restricción no aparecen ni el término β ni la prima por riesgo ya que estos términos no se ven afectados por las acciones del agente. Si la función de utilidades corrientes (U_T) y la función de cambio de la senda del precio de la acción (g) son cóncavas con respecto al esfuerzo, y la función de desutilidad o costo es estrictamente convexa (también con respecto al esfuerzo), la decisión de los niveles de esfuerzo del agente estará caracterizada por el conjunto de condiciones de primer orden, que definen de manera única la función de respuesta del mismo. Esta función se puede denotar como $t(\alpha_1, \alpha_2)$. Al introducir esta función de respuesta en la función objetivo, el problema se convierte en una maximización sin restricciones.

Para simplificar el análisis se supone $\mu(t_1) = t_1$ y $\mu(t_2) = t_2$. En el contexto de la empresa, esta simplificación se podría entender como que las utilidades corrientes "U_T" y la variación de la senda del precio de la acción "g" dependen directamente de la cantidad de recursos monetarios y humanos (vistos como el número de empleados que el CEO asigna a cada tarea).

Al resolver la maximización del agente, las condiciones de primer orden resultan $\alpha_1 = \partial C(t)/\partial t_1$ y $\alpha_2 = \partial C(t)/\partial t_2$.[63] Si se expresan ambas condiciones de manera vectorial, se tiene que $\alpha = \partial \mathbf{C}$. Al invertir el sistema, se consigue la función de oferta del esfuerzo que puede ser vista como cuánto esfuerzo realizará el agente ante cambios en los "precios" (incentivos) de sus esfuerzos: $\mathbf{t} = \mathbf{t}(\alpha) = (\partial \mathbf{C})^{-1}\alpha$.

Volviendo a diferenciar α respecto de t se obtiene:

(12) $\partial\alpha_1/\partial t_1 = C_{11}$; $\partial\alpha_2/\partial t_2 = C_{22}$; $\partial\alpha_1/\partial t_2 = C_{12} = \partial\alpha_2/\partial t_1$

Lo que se puede expresar en notación matricial como: $\partial\alpha/\partial\mathbf{t} = [C_{ij}]$. También se tiene que $\partial\mathbf{t}/\partial\alpha = [C_{ij}]^{-1}$. Haciendo uso de estas expresiones, se puede resolver el problema de maximización no restringida (10) el cual resulta en:

(10a) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ Z = G(t(\alpha)) - C(t(\alpha)) - 1/2.r.\alpha^T.\Sigma.\alpha$

donde Σ es la matriz de varianzas y covarianzas. Se diferencia Z con respecto al vector α:

(13) $\partial Z/\partial\alpha = \partial G/\partial t.\partial t/\partial\alpha - \partial C/\partial t.\partial t/\partial\alpha - 1/2.r.(\Sigma + \Sigma^T)\alpha = 0$

$[C_{ij}]^{-1}G' - [C_{ij}]^{-1}.\alpha - r.\Sigma.\alpha = 0$ premultiplicando por $[C_{ij}]$ ambos miembros

$G' - I\,\alpha - [C_{ij}]\, r\Sigma\alpha = 0$ reorganizando $[C_{ij}]\, r\Sigma\alpha$

$G' - [I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]\,\alpha = 0$ premultiplicando por la matriz inversa $[I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]^{-1}$

(14) $\alpha = [I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]^{-1}.G'$

Este resultado indica el esquema de compensación óptimo. Como caso particular se tiene que, cuando los términos de error son estocásticamente independientes ($\sigma_{i,j} = 0,\ \forall\ i \neq j$) y las actividades son independientes tecnológicamente, ($C_{ij} = 0,\ \forall\ i \neq j$), el resultado (14) se simplifica a: $\alpha_i = G_i'/(1 + rC_{ii}\sigma_i^2)$

Este resultado coincide con la intuición dado que:

1. A mayor aversión al riesgo (r), el óptimo es proveerle menos incentivos al agente. En particular, si el agente tiene aversión infinita al riesgo ($r = \infty$), el esquema de compensación óptimo es fijo e igual a "β" ya que "α" tiende a cero.

---

[63] La restricción de compatibilidad de incentivos del agente se puede reescribir como: $Z = \alpha_1 t_1 + \alpha_2 t_2 - C(t)$. Las condiciones de primer orden para la maximización de Z vienen dadas por:

(1) $\partial Z/\partial t_1 = \alpha_1 - \partial C(t)/\partial t_1 = 0. \Rightarrow \alpha_1 = \partial C(t)/\partial t_1$

(2) $\partial Z/\partial t_2 = \alpha_2 - \partial C(t)/\partial t_2 = 0. \Rightarrow \alpha_2 = \partial C(t)/\partial t_2$

2. A mayor incertidumbre sobre el resultado de las tareas (σ_i^2), es mejor proveer incentivos de más bajo poder. Esto se debe a que el agente es averso al riesgo y el principal preferirá incentivar menos una actividad, que recompensar al agente por su prima de riesgo mayor.
3. Dado que $\partial t_i/\partial \alpha_i = 1/C_{ii}$, a mayores valores de C_{ii}, menores serán las respuestas del agente ante aumentos en los incentivos y, para el principal será óptimo disminuir el valor de α_i.

En resumen, a (1) mayor aversión al riesgo (r), a (2) mayor incertidumbre sobre el resultado de una tarea (σ^2), y a (3) menores respuestas ante aumentos en los incentivos (C_{ii}), será más conveniente darle menores incentivos (incentivos de más bajo poder) al agente.

Una vez que se obtiene el esquema de compensación óptimo, éste se introduce nuevamente en la maximización (10a) y se determina el nivel de esfuerzo óptimo para cada tarea:

(15) $\partial Z/\partial t = \partial G/\partial t - \partial C/\partial t = 0$

(16) $G' = C'$

El principal exige el nivel de esfuerzo para cada actividad que iguala los beneficios marginales que recibe de cada una con el costo marginal que le generan al agente. Esto es así dado que el principal recompensa al agente cuando éste realiza un mayor esfuerzo, pagándole más. El pago adicional que el principal le hace por elevar su nivel de esfuerzo es igual al costo marginal que le produce al agente dicho aumento de nivel. De allí que el principal va a exigir un esfuerzo que iguale su beneficio marginal con el costo marginal del agente.

En el siguiente capítulo desarrollamos las extensiones que queremos simular sobre el modelo básico presentado.

CAPÍTULO 4
DESARROLLO MATEMÁTICO DE MODELOS ALTERNOS

Nos interesa efectuar, en el contexto de esta investigación, una serie de extensiones y desarrollos relevantes al caso del conjunto de accionistas y el CEO.

La primera extensión lleva a un modelo que estudia el caso en el que el CEO puede obtener beneficios por ser accionista de otra empresa. El modelo introduce una tercera actividad para el CEO que es la de monitorear el rendimiento de su acción. El principal puede tomar la decisión de permitirle o no al CEO ser accionista de otras empresas; la decisión estará basada en cuán perjudicial o beneficioso le resulta que éste tenga intereses en otras empresas. Definiremos entonces, esta primera extensión como: "modelo principal – agente multitarea con límites a las actividades personales".

El interés del CEO en los beneficios que recibe de otra compañía pueden afectar los resultados de los accionistas de la empresa para la cual se diseña el contrato óptimo, pues la relación entre las empresas puede ser:

1. Rival: cuando los beneficios de dos empresas están correlacionados negativamente, los beneficios que obtiene aquélla en la cual el CEO es accionista perjudican los beneficios de la otra en la que él es un agente. En general este tipo de conductas se pueden restringir asignando porcentajes máximos de participación que pueden tener los ejecutivos de las empresas sobre acciones de compañías rivales.
2. Complementaria[64]: cuando los beneficios de dos empresas están correlacionados positivamente, los beneficios que obtiene aquélla en la cual el CEO es accionista mejoran los beneficios de la otra en la que él es un agente. Se espera que el principal le dé mayor libertad al agente para desarrollar sus "actividades personales" cuando éstas le generen beneficios a ambos.
3. Neutral: cuando los beneficios de dos empresas no están correlacionados, los beneficios que obtiene aquélla en la cual el CEO es accionista no afectan los

[64] Para la presente investigación se toma únicamente el caso de empresas cuya complementariedad proviene de sus productos o servicios, no de empresas que son proveedoras de insumos de otras.

beneficios de la otra en la que él es un agente. Se espera que el principal le dé libertad al agente para desarrollar sus "actividades personales" aun cuando ésta será menor que en el caso anterior.

El segundo modelo estudia la introducción del supuesto de que el agente cobra dividendos en lugar del bono de corto plazo (α_1) definido en el capítulo anterior. Se desarrolla el modelo bajo el supuesto que el CEO recibe una participación accionaria en la empresa al asumir su cargo; sin embargo, sigue recibiendo un bono de largo plazo. En este modelo también se hacen explícitas las ganancias de los accionistas, de modo que la maximización no se realiza sobre una función de ganancias que depende de los esfuerzos del CEO de manera general, sino que se introduce una función específica para cada esfuerzo.

También entran en consideración el número de períodos en los que el CEO está en su cargo y la relación que esto tiene con los esfuerzos que dedica a la investigación. Esperamos encontrar que, a mayor número de períodos, el agente realizará una mayor inversión en innovación. Definiremos este modelo como: "modelo principal – agente multitarea con funciones explícitas de beneficios para el principal y sueldo del agente".

La idea es modelar la relación entre los accionistas y el CEO de una manera más completa que la que se desarrolló en el capítulo anterior.

4.1 Modelo Principal – Agente Multitarea con Límites a las Actividades Personales

Incluir la posibilidad de que el CEO sea accionista de otra empresa implica que éste puede realizar una tercera tarea; esta tarea consiste en prestar atención y tiempo para monitorear la acción que posee.

Para analizar los efectos de introducir esta tercera tarea en el modelo, volvemos al esquema básico presentado en el capítulo tres. Una vez caracterizado el modelo, se llegan a conclusiones con respecto a las diferencias en los resultados según si el CEO es accionista de una empresa rival, complementaria o neutral a aquella en la que trabaja.

Se tiene, nuevamente, que:

(1) $U_T = \mu(t_1) + \varepsilon_1$

(2) $g = \mu(t_2) + \varepsilon_2$

donde U_T representa las utilidades que se generan durante el periodo corriente, g representa el cambio en la senda de crecimiento de las utilidades y ε_1 y ε_2 son las perturbaciones que tienen media igual a cero y varianza finita igual a σ_1^2 y σ_2^2 respectivamente. Además de esto, se tiene que la tercera actividad va a generar beneficios iguales a:

(3) $B = \mu(t_3) + \varepsilon_3$

donde B representa dichos beneficios (que pueden ser vistos como el rendimiento de la acción), y la perturbación tiene, nuevamente, media igual a cero y varianza finita igual a σ_3^2.

Las covarianzas de las tres perturbaciones son, si las empresas son rivales, iguales a $\sigma_{1,2} > 0$, $\sigma_{1,3} < 0$ y $\sigma_{2,3} < 0$, si las empresas son complementarias, $\sigma_{1,2} > 0$, $\sigma_{1,3} > 0$ y $\sigma_{2,3} > 0$ y, si las empresas son neutrales, $\sigma_{1,2} > 0$, $\sigma_{1,3} = 0$ y $\sigma_{2,3} = 0$.

Los accionistas de la empresa, pueden o no, permitirle al CEO ser accionista de otras empresas. En caso de permitírselo, le darán completa libertad, sin especificarle el porcentaje máximo de acciones que puede adquirir[65]. Por esto, el sueldo del CEO va a ser:

(4) $w = \alpha_1 U_T + \alpha_2 g + \alpha_3 B + \beta$

[65] Para esta investigación, se supone que el costo de monitorear el porcentaje de acciones que tiene el CEO en otras empresas es muy elevado y por eso es preferible darle, o libertad total, en el sentido de poder poseer cuántas acciones desee, o cero libertad, en el sentido de prohibirle poseer acciones del todo.

donde α_3 es una variable dicotómica que puede tomar valor cero en el caso en el que se le prohibe al CEO ser accionista de otras empresas, o valor igual a uno si goza de libertad para decidir ser accionista o no de otras firmas. Nuevamente se supone que la utilidad del agente viene dada por: $u(w) = -e^{-rw}$. De allí que el equivalente certeza de percibir un sueldo como el descrito en (4) sea:

(5) $EC = \alpha_1\mu(t_1) + \alpha_2\mu(t_2) + \alpha_3\mu(t_3) + \beta - C(t) - 1/2.r.(\alpha_1^2\sigma_1^2 + \alpha_2^2\sigma_2^2 + \alpha_3^2\sigma_3^2 + 2\alpha_1\alpha_2\sigma_{1,2} + 2\alpha_1\alpha_3\sigma_{1,3} + 2\alpha_2\alpha_3\sigma_{2,3})$

que por simplicidad se escribe en forma matricial como:

(6) $EC = \alpha^T.\ \mu(t) + \beta - C(t) - 1/2.r.\alpha^T.\Sigma.\alpha$

donde Σ es la matriz de varianzas y covarianzas.

Los accionistas desean maximizar el rendimiento de la acción que, al igual que en el capítulo anterior, se denota como:

(7) $G = (P_t - P_0 + DIV)/P_0$

Como se observa, los accionistas desean maximizar una función de rendimiento de su acción en la que intervienen directamente los resultados de las primeras dos tareas que el CEO realiza: el cambio en el precio de la acción viene dado tanto por el cambio "normal" del precio, como de "g"; las utilidades generan dividendos los cuales también entran directamente en la función de rendimiento que desean maximizar los accionistas. Sin embargo, se hace notar que los beneficios que obtiene el CEO de ser accionista de otra empresa "B", no entran directamente dentro de lo que desean maximizar los accionistas. Los efectos de estos beneficios entran a través de la covarianza de las perturbaciones de las primeras dos tareas con la tercera. Entonces, la función de rendimiento de la acción "G" sí depende de los esfuerzos que realiza el CEO en las tres acciones.

No obstante, la maximización de los accionistas cambia ya que estos ahora ya no le pagan al CEO todo lo que él recibe:

(8) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ G(t) - E(\alpha_1 U_T + \alpha_2 g + \beta)$

Sujeto a: (9)$E(u(w) - C(t)) \geq u(\overline{w})$

(10)t_1, t_2, t_3 que maximiza $E(u(w) - C(t))$

Lo que se puede volver a escribir como la maximización conjunta:

(11) $G(t) + \alpha_3\mu(t_3) - C(t) - 1/2.r.\alpha^T.\Sigma.\alpha$

sujeto a: (12) t_1, t_2, t_3 que maximiza $\alpha_1\mu(t_1) + \alpha_2\mu(t_2) + \alpha_3\mu(t_3) - C(t)$

Igual que antes se supone, por simplificación, que $\mu(t) = t$. Por esto, las condiciones de primer orden de la maximización del agente vienen dadas por:

(13) $\alpha_1 = \partial C(t)/\partial t_1$, $\alpha_2 = \partial C(t)/\partial t_2$ y $\alpha_3 = \partial C(t)/\partial t_3$

Se asume que el costo de cada esfuerzo entra de manera aditiva en la función de costo del CEO: $C(t_1 + t_2 + t_3)$. Esto asegura que el CEO toma los esfuerzos como sustitutos, es decir, para aumentar el esfuerzo que dedica a una actividad, se debe recompensar al CEO con incentivos más altos en las otras actividades para que no baje su nivel de esfuerzo en éstas. Con este supuesto, se tiene que el CEO le dedicará más atención a su "actividad personal" "t_3", cuando el beneficio que le genere ésta sea mayor al beneficio marginal "α_1" y "α_2" que le generan las otras actividades. Como el costo marginal de realizar cualquier actividad es el mismo, el CEO le dedicará más atención a aquella que le genere más beneficios.

Se tiene, entonces, que:

(14) $\partial\alpha_1/\partial t_c = C_{11}$; $\partial\alpha_2/\partial t_2 = C_{22}$; $\partial\alpha_3/\partial t_3 = C_{33}$; $\partial\alpha_i/\partial t_j = C_{ij}$ $(i \neq j)$

Lo que se puede expresar en notación matricial como: $\partial\alpha/\partial\mathbf{t} = [C_{ij}]$. También se tiene que $\partial\mathbf{t}/\partial\alpha = [C_{ij}]^{-1}$. Haciendo uso de estas expresiones, se puede resolver el problema de maximización no restringida (11) el cual resulta en:

(11a) $\underset{t,\alpha}{\text{Max}}\ Z = G(t(\alpha)) + \alpha_3.t_3(\alpha) - C(t(\alpha)) - 1/2.r.\alpha^T.\Sigma.\alpha$

Se diferencia Z con respecto a cada valor uno de los incentivos α:

(13) $\partial Z/\partial\alpha_1 = \partial G/\partial t_1.\partial t_1/\partial\alpha_1 + \partial G/\partial t_2.\partial t_2/\partial\alpha_1 + \partial G/\partial t_3.\partial t_3/\partial\alpha_1 - \partial C/\partial t_1.\partial t_1/\partial\alpha_1 - \partial C/\partial t_2.\partial t_2/\partial\alpha_1 - \partial C/\partial t_3.\partial t_3/\partial\alpha_1 - r.\alpha_1.\sigma_1^2 - r.\alpha_2.\sigma_{1,2} - r.\alpha_3.\sigma_{1,3} = 0$

(13.1) $G'_{t1}/C_{11} + G'_{t1}/C_{12} + G'_{t1}/C_{13} - \alpha_1/C_{11} - \alpha_2/C_{12} - \alpha_3/C_{13} - r.\alpha_1.\sigma_1^2 - r.\alpha_2.\sigma_{1,2} - r.\alpha_3.\sigma_{1,3} = 0$

(14) $\partial Z/\partial\alpha_2 = \partial G/\partial t_1.\partial t_1/\partial\alpha_2 + \partial G/\partial t_2.\partial t_2/\partial\alpha_2 + \partial G/\partial t_3.\partial t_3/\partial\alpha_2 - \partial C/\partial t_1.\partial t_1/\partial\alpha_2 - \partial C/\partial t_2.\partial t_2/\partial\alpha_2 - \partial C/\partial t_3.\partial t_3/\partial\alpha_2 - r.\alpha_2.\sigma_2^2 - r.\alpha_1.\sigma_{1,2} - r.\alpha_3.\sigma_{2,3} = 0$

(14.1) $G'_{t2}/C_{12} + G'_{t2}/C_{22} + G'_{t2}/C_{23} - \alpha_1/C_{12} - \alpha_2/C_{22} - \alpha_3/C_{23} - r.\alpha_2.\sigma_2^2 - r.\alpha_1.\sigma_{1,2} - r.\alpha_3.\sigma_{2,3} = 0$

(15) $\partial Z/\partial\alpha_3 = \partial G/\partial t_1.\partial t_1/\partial\alpha_3 + \partial G/\partial t_2.\partial t_2/\partial\alpha_3 + \partial G/\partial t_3.\partial t_3/\partial\alpha_3 + \partial t_3/\partial\alpha_1 + \partial t_3/\partial\alpha_2 + \partial t_3/\partial\alpha_3 - \partial C/\partial t_1.\partial t_1/\partial\alpha_3 - \partial C/\partial t_2.\partial t_2/\partial\alpha_3 - \partial C/\partial t_3.\partial t_3/\partial\alpha_3 - r.\alpha_3.\sigma_3^2 - r.\alpha_1.\sigma_{1,3} - r.\alpha_2.\sigma_{12,3} = 0$

(15.1) $(G'_{t3} + 1)/C_{13} + (G'_{t3} + 1)/C_{23} + (G'_{t3} + 1)/C_{33} - \alpha_1/C_{13} - \alpha_2/C_{23} - \alpha_3/C_{33} - r.\alpha_3.\sigma_3^2 - r.\alpha_1.\sigma_{1,3} - r.\alpha_2.\sigma_{2,3} = 0$

Al resolver el sistema de ecuaciones resulta:

$[C_{ij}]^{-1}G' - [C_{ij}]^{-1}.\alpha - r.\Sigma.\alpha = 0$ con la diferencia que $G' = (G'_{t1};\ G'_{t2};\ G'_{t3} + 1)$

premultiplicando por $[C_{ij}]$ ambos miembros

$G' - I\,\alpha - [C_{ij}]\, r\Sigma\alpha = 0$ reorganizando $[C_{ij}]\, r\Sigma\alpha$

$G' - [I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]\,\alpha = 0$ premultiplicando por la matriz inversa $[I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]^{-1}$

(16) $\alpha = [I + r\,[C_{ij}]\,\Sigma]^{-1}.G'$

En primer lugar, notamos que el esquema de compensación óptimo cambia únicamente en que al vector de beneficios marginales se le sumó un vector con valor cero para las dos primeras actividades y con valor igual a uno para la tercera. Este cambio con respecto al resultado derivado en el capítulo anterior se debe a que la maximización conjunta del agente y el principal tiene incluidos los beneficios que recibe directamente el agente por esforzarse en la tercera tarea. A partir de (1), se puede determinar que[66]:

$$\alpha_1 = \{G_1'(1 + r(C_{12}.\sigma_{1,2} + C_{22}.\sigma_2^2 + \mathbf{2C_{23}.\sigma_{2,3}} + \mathbf{C_{13}.\sigma_{1,3}} + C_{33}.\sigma_3^2)) + G_2'r(C_{12}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_{1,2} + \mathbf{C_{23}.\sigma_{1,3}}) + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2} + \mathbf{C_{33}.\sigma_{1,3}})\}/\{1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_2^2 + C_{33}.\sigma_3^2 + 2C_{12}.\sigma_{1,2} + \mathbf{2C_{13}.\sigma_{1,3}} + \mathbf{2C_{23}.\sigma_{2,3}})\}$$

$$\alpha_2 = \{G_1'r(C_{11}.\sigma_{1,2} + C_{12}.\sigma_2^2 + \mathbf{C_{13}.\sigma_{2,3}}) + G_2'(1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + C_{12}.\sigma_{1,2} + \mathbf{2C_{13}.\sigma_{1,3}} + \mathbf{C_{23}.\sigma_{2,3}} + C_{33}.\sigma_3^2)) + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_{1,2} + C_{23}.\sigma_2^2 + \mathbf{C_{33}.\sigma_{2,3}})\}/\{1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_2^2 + C_{33}.\sigma_3^2 + 2C_{12}.\sigma_{1,2} + \mathbf{2C_{13}.\sigma_{1,3}} + \mathbf{2C_{23}.\sigma_{2,3}})\}$$

$$\alpha_3 = \{G_1'r(\mathbf{C_{11}.\sigma_{1,3}} + \mathbf{C_{12}.\sigma_{2,3}} + C_{13}.\sigma_3^2) + G_2'r(\mathbf{C_{12}.\sigma_{1,3}} + \mathbf{C_{22}.\sigma_{2,3}} + C_{23}.\sigma_3^2) + (G_3'+1)(1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + 2C_{12}.\sigma_{1,2} + \mathbf{C_{13}.\sigma_{1,3}} + C_{22}.\sigma_2^2 + \mathbf{C_{23}.\sigma_{2,3}}))\}/\{1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_2^2 + C_{33}.\sigma_3^2 + 2C_{12}.\sigma_{1,2} + \mathbf{2C_{13}.\sigma_{1,3}} + \mathbf{2C_{23}.\sigma_{2,3}})\}$$

[66] El desarrollo necesario para llegar a los resultados que se muestran se encuentra en el anexo 1.

En el capítulo tres, se supuso que habían únicamente dos tareas. Esto es equivalente a suponer que: $\sigma_{1,3}$, $\sigma_{2,3} = 0$ y que σ_3^2, $G_3' = 0$. Hacer dicho supuesto, no implica dejar de lado el hecho de que las acciones de una empresa se ven afectadas por los movimientos de otras acciones del mercado; simplemente, al no hacerlo explícito, dichas correlaciones se recogen en las perturbaciones (ε_1, ε_2) y en las varianzas que afectan directamente a la empresa.

Sin embargo, al introducir la tercera actividad, hay que estudiar lo que sucede con las covarianzas a fin de determinar los cambios en los incentivos; dado que las tareas son sustitutas en la función de costo del agente, $C_{ij} > 0 \ \forall \ i,j$

En primer lugar, cuando las empresas son neutrales, se tiene $\sigma_{1,3}$, $\sigma_{2,3} = 0$. También se tiene que las ganancias marginales de los accionistas ante aumentos en el esfuerzo que el CEO dedica a la tercera tarea son negativos: $G_3' < 0$. Esto es así, debido a que si el CEO dedica más esfuerzos a su tarea personal, necesariamente disminuye los esfuerzos dedicados a las tareas de los accionistas. Por otro lado, debido a que los esfuerzos son sustitutos en la función de costos del agente, al aumentar el esfuerzo que el CEO dedica a su tarea personal, aumentan también los costos en los que incurre por mantener su nivel de esfuerzo en las otras actividades.

Dado el supuesto que hicimos sobre la función de costos del agente, éste intentará igualar los ingresos marginales de las tres actividades: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$. Por tanto, si su actividad personal le reporta una utilidad marginal alta, el principal deberá aumentar los valores de α_1 y α_2 para que el CEO continúe esforzándose como lo venía haciendo. En cambio, si la utilidad marginal que le reporta su actividad personal es pequeña con respecto a la utilidad que recibe de dedicarse a las tareas centrales de la empresa, los accionistas no tienen por qué preocuparse ya que el CEO tomará la decisión por su cuenta de no dedicarse a otra actividad.

Entonces, se tiene que, si se le otorga libertad al CEO para ser accionista de otra empresa, los incentivos marginales que recibe por esforzarse en las actividades de la empresa deben ser mayores a los beneficios marginales que recibe por esforzarse en su actividad personal. Esto es así en el caso neutral, dado que los accionistas reciben un perjuicio cuando el CEO dedica su esfuerzo a otras actividades.

Esto corrobora la intuición de que a mayor responsabilidad (mayores incentivos que llevan al agente a soportar mayores riesgos), mayor libertad; por supuesto, esta mayor libertad no será aprovechada por el agente pues no le convendrá desviar su atención de las actividades que el principal requiere de él.

Para evaluar los efectos de los cambios en los incentivos habría que analizar la variación del numerador y el denominador de cada uno, pero como se muestra en el anexo 2, incluso para el caso neutral es difícil establecer la dirección del cambio. De hecho, el cambio en los incentivos depende de muchas variables las cuales no tienen una relación única entre sí. Lo que se puede es establecer una regla de decisión que puede ser usada cuando se poseen datos de cada variable.

En segundo lugar, si las empresas son rivales, todas las covarianzas resaltadas en negro son negativas. Además, G_3' también es negativa ya que si el CEO desvía su atención hacia mejorar el rendimiento de una acción cuya mejora perjudica los beneficios de la empresa, a los accionistas les generará una pérdida.

En este caso será recomendable que los accionistas le prohiban al CEO ser accionista de otra empresa ya que, los incentivos para que éste se esfuerce en las tareas principales de la empresa, tendrán que ser aún mayores que en el caso neutral. Esto es así debido a que el CEO reduce el riesgo en el que incurre al ser accionista de una empresa rival puesto que recibe beneficios tanto cuando a la empresa le va bien (el pago de los accionistas) como cuando le va mal (porque es accionista de otra a la que le va bien). Esto indica que los incentivos que debe recibir para decidir no diversificar sus riesgos deben ser tan altos que le generen un costo por encima del beneficio marginal a los accionistas. Es por esto, que será conveniente prohibir del todo la actividad personal si esta conlleva a pérdidas para el principal.

Por último, si las empresas son complementarias, nuevamente el agente deberá recibir mayores beneficios para dedicarse a las actividades de la empresa con la misma intensidad que cuando se le prohibe desarrollar su actividad personal, pero, ahora los principales recibirán beneficios positivos del esfuerzo dedicado a la tercera actividad. Por esto, no les importará pagar más por las actividades propias de la empresa, porque recibirán un beneficio marginal G_3' positivo.

Se concluye entonces que:

1. Cuando las empresas son neutrales, el agente tendrá libertad para llevar a acabo sus actividades personales pero, los incentivos que recibirá por esforzarse en las tareas del principal, harán que éste prefiera dedicarse únicamente a éstas últimas.
2. Cuando las empresas son rivales, el agente no tendrá libertad para realizar otra actividad que no sea las del principal ya que los incentivos necesarios para que el agente decida no dedicarse a su actividad personal, serían tan altos que no le convendría al principal. Este prefiere prohibirle la actividad personal al agente que aumentarle los incentivos por encima de las ganancias marginales que recibe de su esfuerzo.
3. Cuando las empresas son complementarias, el agente tendrá la libertad y los incentivos para dedicarse a su actividad personal. Esto se debe a que los principales también obtienen ganancias del esfuerzo que el agente dedica a su actividad personal.
4. Siempre que se incluya una actividad que el agente puede realizar y que ésta sea sustituta de las demás en su función de costos, habrá que aumentarle los incentivos al agente para que se esfuerce igual que antes.

Una vez caracterizado este modelo, pasamos a analizar un modelo en el que se introducen de manera explícita las funciones de ganancias del principal y la de pago del agente.

4.2 Modelo Principal – Agente Multitarea con Funciones Explícitas de Beneficios para el Principal y Sueldo del Agente

Supóngase una empresa en la cual se generan utilidades iguales a U_T^0 en el momento en el que el CEO asume su cargo. A éste se le da discreción para decidir cómo distribuir las utilidades: cuánto va a repartir en forma de dividendos en efectivo, cuánto va a invertir en las actividades de mantenimiento de la empresa en el siguiente periodo y cuánto va a invertir en investigación.

Los accionistas desean maximizar el rendimiento de su acción, como ya se explicó antes, y para ello estiman cuáles serían los porcentajes de las utilidades óptimos a destinar en cada actividad. Por su parte, el CEO decidirá cada porcentaje según la manera en la que es remunerado, maximizando su utilidad esperada.

Ahora, el CEO, en lugar de recibir un bono por las utilidades producidas en el periodo, recibe un número de acciones fijas al asumir su cargo y por ellas recibe dividendos como cualquier accionista; sin embargo, continúa recibiendo un bono por el cambio en la senda de crecimiento del precio de la acción a largo plazo. El bono lo recibe cuando deja el cargo de manera que no es perjudicado ni premiado por los cambios que se dan en la senda en cada periodo, sino que lo que importa es cuánto cambió la senda en total desde que asume hasta que se va. Dadas las características del bono, lo podemos llamar "bono por largo plazo" ya que, al eliminar todas las fluctuaciones de corto plazo, el CEO se concentra únicamente en el cambio total de la senda; en el largo plazo[67]. La decisión de cómo distribuir las utilidades la toma una sola vez en el tiempo (cuando asume su cargo) y la repite en el resto de los periodos.

Se supone que el precio de la acción sube de manera proporcional al aumento de las utilidades[68]; es decir, la tasa de crecimiento del precio de la acción va a ser igual a la tasa de crecimiento de las utilidades. Por otro lado, al asignar un porcentaje "η" de las utilidades corrientes para actividades de mantenimiento en el siguiente periodo, las utilidades futuras aumentan a una tasa constante (Fig. 1) y a medida que se aumenta dicho porcentaje, las utilidades crecen de manera más rápida (aumenta la tasa de la senda de crecimiento). Sin embargo, hay un porcentaje máximo "η^*" que es eficiente asignar ya que más allá de dicho nivel, la inversión en mantenimiento es ineficiente. (Fig. 2)

[67] Si al CEO se le pagara un bono en cada periodo, a éste le afectaría de manera muy distinta una caída temporal en la senda ya que le quitarían parte de su sueldo. Aún cuando en total, el CEO obtenga la misma cantidad de dinero, le costará más (será más averso a) si le sacan parte de su sueldo y luego le dan más, que si le dan el promedio de su sueldo una única vez.

[68] Se hace abstracción de la oferta y la demanda especulativa del mercado accionario.

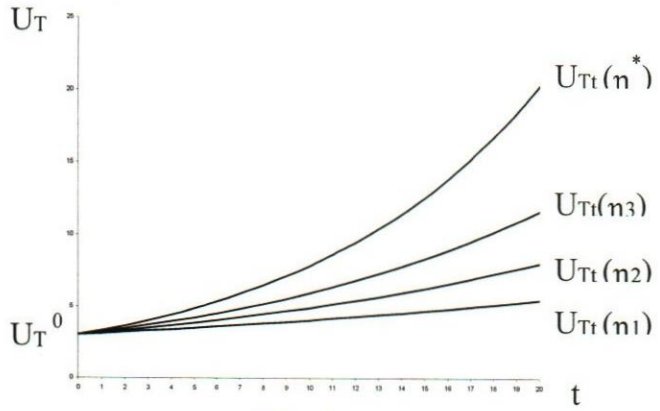


Fig. 1

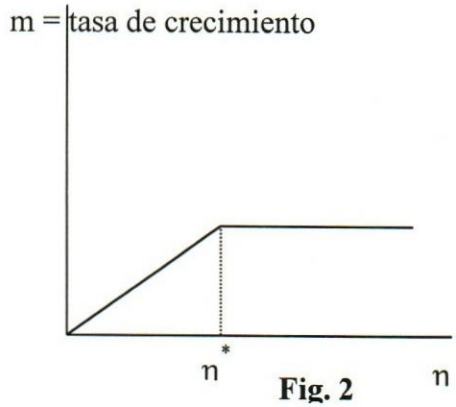


Fig. 2

En la Fig. 1, la primera curva U_{Tt} (η_1) muestra cómo crecen las utilidades al pasar el tiempo cuando el CEO destina η_1 por ciento de las utilidades a la actividad de mantenimiento. La segunda y tercera curva muestran el crecimiento en las utilidades correspondiente a porcentajes más altos destinados a dicha actividad. La curva U_{Tt} (η^*) muestra el crecimiento óptimo y máximo de las utilidades. Las utilidades crecen a un porcentaje constante y de allí la forma de las curvas.

En la Fig. 2 se muestra cómo la tasa de crecimiento de las utilidades aumenta a medida que sube el porcentaje "η" que el CEO destina a las actividades de mantenimiento. Estas tasas de crecimiento se corresponden con las tasas de crecimiento de cada una de las curvas de la Fig. 1. Existe una tasa máxima de crecimiento tras la cual el aumento en el porcentaje de recursos destinados a las actividades de mantenimiento es ineficiente.

El hecho que las utilidades crezcan a una tasa constante, es igual a decir que las utilidades crecen según una progresión geométrica: $U_{Tn} = U_T^0.(1 + m)^n$. Es decir, las utilidades totales del periodo "n" serán iguales a las utilidades del periodo inicial, más el aumento porcentual "m" a lo largo de los "n" periodos.

El porcentaje de utilidades que el CEO decide repartir en la forma de dividendos en efectivo lo llamamos "γ" y el porcentaje que destina a investigación "ω". El CEO destinará siempre el porcentaje "η^*" de las utilidades producidas para la actividad de mantenimiento, dejando disponible $\omega + \gamma = 1 - \eta^*$. Si el CEO no investiga, $\omega = 0$ y $\gamma = 1- \eta^*$, la senda de crecimiento no se altera; sin embargo, si destina $0 < \omega \leq 1- \eta^*$, la senda de crecimiento se verá afectada de manera positiva cuando la innovación es un éxito con probabilidad θ_F; y de manera negativa si la innovación es un fracaso con probabilidad $\theta_D = 1- \theta_F$. El valor

esperado del efecto sobre la senda de crecimiento se supone mayor que cero y por ello es deseable investigar.

La Fig. 3 muestra cómo se ve afectada la senda de crecimiento ante la introducción, únicamente en el primer periodo, de una innovación exitosa y una no exitosa. También muestra la senda esperada de crecimiento al introducir una innovación una sola vez durante la permanencia del CEO en su cargo.

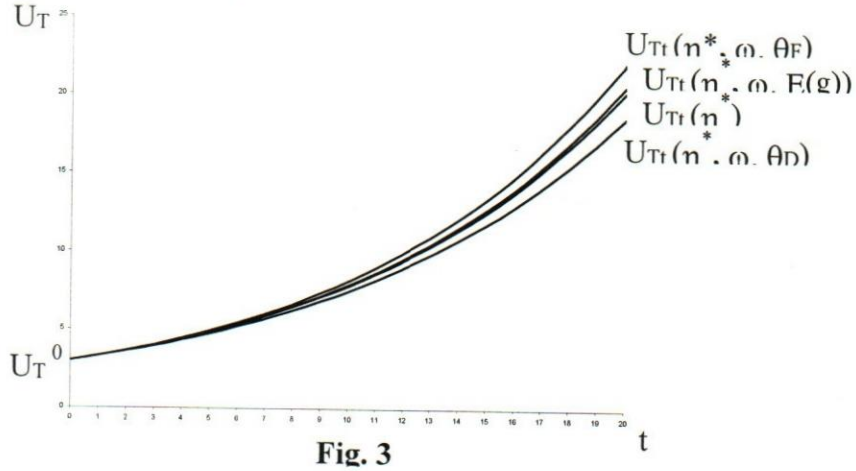


Fig. 3

La primera curva muestra cómo crecen las utilidades al introducir una innovación NO EXITOSA en el periodo 1, dados un porcentaje "ω" de las utilidades del periodo anterior destinados a la investigación y un porcentaje "η^*" destinados a las actividades de mantenimiento. La segunda curva muestra cómo crecen las utilidades si no se introduce nunca una innovación; es la cuarta curva de la Fig. 1. La tercera muestra la senda de crecimiento de las utilidades dado el valor esperado del cambio en la senda; este valor esperado es la media de la primera y la cuarta curva, ponderadas por la probabilidad de ocurrencia de cada una (θ_F y θ_D). La cuarta curva, muestra la senda de crecimiento de las utilidades al introducir una innovación EXITOSA en el primer periodo.

La Fig. 4 muestra las diferentes sendas de crecimiento cuando se introducen innovaciones en todos los periodos; para simplificar el gráfico, se muestra lo que sucede cuando todas las innovaciones son buenas, o todas son malas, de allí que la curva relevante sea la de la senda esperada; la tercera curva de abajo hacia arriba.

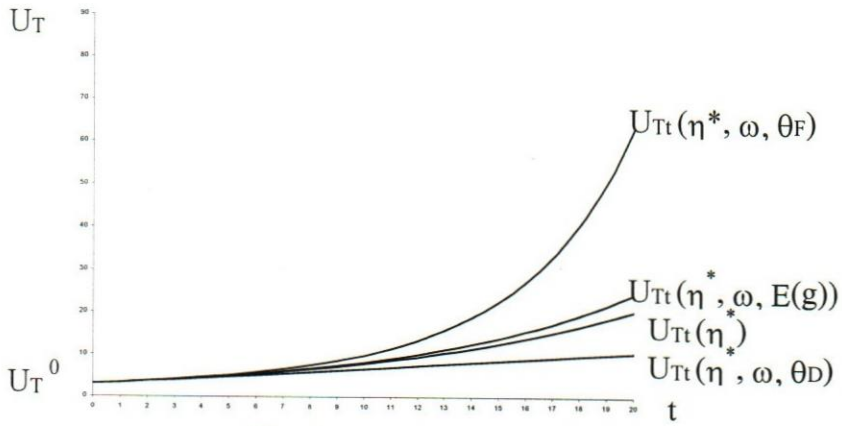


Fig. 4

Estas curvas tienen la misma interpretación que las curvas de la Fig. 3. La diferencia es que se introducen innovaciones en cada periodo en lugar de únicamente en el periodo 1.

Si se introduce una innovación únicamente en el periodo 1, las utilidades crecerán a una tasa $\{1 + m[1 + E(g)]\}$ a partir del segundo periodo, donde E(g) es el cambio esperado en la senda de crecimiento "m". Sin embargo, si se introducen innovaciones en todos los periodos, la tasa de crecimiento ya no es constante pues cambia en cada periodo en el monto $[1 + E(g)]$. Para encontrar el valor de las utilidades en cualquier periodo, habría que resolver[69]: $U_{Tn} = U_T^0 . \prod_{n=1}^{n} \{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\}$

El valor esperado del cambio que introduce una única innovación en la senda de crecimiento de las utilidades viene dado por:

$$E(g) = \theta_F . g_F . (\omega) + (1 - \theta_F) . g_D . (\omega)$$

donde g_F es igual al aumento en la senda de crecimiento de las utilidades y g_D es igual a la disminución. Ambos dependen del porcentaje de recursos "ω" que se asignan para la actividad de investigación y, como lo indica la Fig. 5, dependen de manera creciente y cóncava con respecto a dicho porcentaje en el caso favorable ($g_F' > 0$, $g_F'' < 0$) y decreciente y convexa en el caso desfavorable ($g_D' < 0$, $g_D'' < 0$).

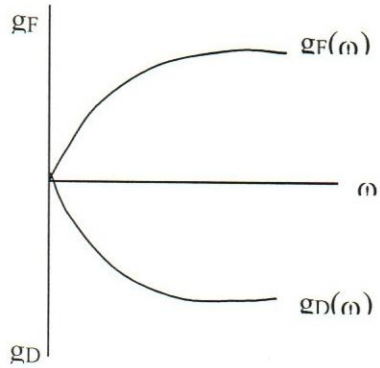


Fig. 5

El valor esperado del cambio en la senda de crecimiento "m" al introducir innovaciones en cada uno de los "n" periodos viene dado por:

$E^n(g) = [1 + E(g)]^{n-1} - 1$

Este valor esperado se supone positivo lo que equivale a decir que, la función del valor esperado del cambio en la senda de precios de largo plazo es creciente y cóncava con respecto al porcentaje de recursos destinados a la actividad de investigación. También será correcto decir que es una función del valor esperado del *crecimiento* de la senda de los precios.

Establecidos todos los supuestos anteriores, pasamos a analizar el contrato óptimo siguiendo el esquema del modelo del capítulo tres.

En el capítulo tres se tenía que las utilidades que se generaban en un periodo dependían tanto del esfuerzo del CEO como de una perturbación con media cero y varianza finita igual a σ_1^2:

(1) $U_T = \mu(t_1) + \varepsilon_1$

Ahora, las utilidades en el primer periodo van a depender del porcentaje que se asigne para las actividades de mantenimiento (el esfuerzo del CEO), pero no dependerá de la perturbación ya que, se supone que el mercado está saturado y se conocen con exactitud los resultados de la inversión en mantenimiento[70].

(2) $U_T^0 = a.\eta^*$

[69] La derivación de esta expresión se encuentra en el anexo 3.
[70] Esto es equivalente a decir que la perturbación tiene varianza igual a cero.

Si no existe inversión en innovación ($\omega = 0$), las utilidades en los momentos futuros van a depender de la tasa de crecimiento de las utilidades, que es igual a "m":

(3) $U_{Tn} = U_T^0.(1 + m)^n$

De allí que el valor esperado de la suma de las utilidades que se producen mientras el CEO está en su cargo cuando no hay innovación es igual a:

(4) $\sum_{n=0}^{n} U_{Tn} = U_T^0.[(1 + m)^{n+1} - 1]/m$

El cambio de la senda de crecimiento del precio de la acción "g", va a depender del nivel de esfuerzo realizado por el CEO en el periodo corriente en la actividad de investigación, medido a través de "ω", y de una perturbación aleatoria con media positiva y varianza finita igual a σ_2^2:

(4) $g = \mu(\omega) + \varepsilon_2$ donde $E(g) = \theta_F.g_F.(\omega) + (1- \theta_F).g_D.(\omega)$

El valor esperado del cambio en la senda de crecimiento de las utilidades será:

(5) $E^n(g) = [1 + E(g)]^{n-1} - 1$ (si se introducen innovaciones en cada periodo.)

De allí que el valor esperado de la suma de las utilidades que se producen mientras el CEO está en su cargo y se generan innovaciones en cada periodo es igual a[71]:

(6) $\sum_{n=0}^{n} U_{Tn} = U_T^0.[\sum_{1}^{n}\prod_{1}^{n}\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} + 1]$

El CEO decidirá el porcentaje "γ" de las utilidades que va a repartir como dividendos en efectivo y siempre repartirá el mismo porcentaje. Por su parte, él recibirá una parte de los dividendos ya que, al asumir el cargo, le son entregadas "δ" por ciento de las acciones de la empresa. Si el CEO decide no invertir en investigación nunca, la suma[72] de los sueldos que recibe mientras está en su cargo es igual a:

(7) $\sum_{n=0}^{n} w = \gamma.\delta.U_T^0.[(1 + m)^{n+1} - 1]/m + \beta.n$

que se puede volver a escribir sabiendo que en este caso $\gamma = 1 - \eta^*$.

Si decide invertir en innovación, en cambio, recibirá:

(8) $\sum_{n=0}^{n} w = \gamma.\delta.U_T^0.[\sum_{1}^{n}\prod_{1}^{n}\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} + 1] + \alpha_2.\{[1 + E(g)]^{n-1} - 1\} + \beta.n$

---

[71] Conviene notar que la primera sumatoria comienza desde el periodo cero, que es cuando el CEO asume su cargo; en cambio, la sumatoria de la productoria comienza en n = 1 que es cuando las utilidades comienzan a crecer. En el periodo cero, la sumatoria de la productoria es igual a cero.

[72] Hacemos abstracción del valor del dinero en el tiempo ya que se asume que la tasa real de descuento es la misma tanto para los accionistas como para el CEO.

donde α_2 representa el bono que recibe cuando abandona el cargo, por el cambio en la senda de crecimiento de las utilidades.

La función de utilidad del CEO es igual a $-e^{-r\Sigma w}$, y, al igual que antes, el equivalente certeza de la utilidad viene dado por el valor esperado de la suma de los sueldos, menos el costo que le produce el esfuerzo, menos la prima por riesgo. En el caso en el que no se invierte en investigación, el equivalente certeza del CEO es igual a:

$$(9)\ EC = \gamma.\delta.U_T^0.[(1 + m)^{n+1} - 1]/m + \beta.n - C(\eta^*)$$

En este caso, el costo depende únicamente del nivel de esfuerzo que el CEO realiza en la actividad de mantenimiento, pues el esfuerzo es igual a cero para la otra actividad. Por otro lado, no hay una prima por riesgo debido a que los resultados de invertir en las actividades de mantenimiento son ciertos; la varianza es igual a cero. En cambio, en el caso en el que sí se invierte en investigación ($0 < w \leq 1 - \eta^*$), el equivalente certeza es igual a:

$$(10)EC = \gamma.\delta.U_T^0.[\sum_1^n\prod_1^n\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} + 1\ ] + \alpha_2.\{[1 + E(g)]^{n-1} - 1\} + \beta.n - C(\eta^*,\omega) - \tfrac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2$$

Aquí sí aparece el costo por realizar un esfuerzo en la segunda tarea, al igual que la prima por riesgo, que en este caso depende únicamente de la varianza de la tarea de investigación.

Para completar las partes del contrato hace falta explicar el lado de los accionistas. Estos poseen $(1 - \delta)$ por ciento del total de acciones de la empresa y de allí que deseen maximizar:

$$(11)\ Z = \gamma.(1 - \delta).U_T^0.[\sum_1^n\prod_1^n\{1+m[1+E(g)]^{n-1}\} + 1] + \prod_1^n\{1+m[1+E(g)]^{n-1}\} - \Sigma w$$

donde el primer término es la suma de los dividendos que los accionistas reciben mientras el CEO está ejerciendo su cargo, el segundo sumando es igual al cambio en el precio de la acción (que recordamos coincide con el cambio en las utilidades) y el tercero es la suma de los sueldos que recibe el CEO (lo cual se desea minimizar). Los accionistas van a maximizar dicha expresión para encontrar el porcentaje óptimo (δ) de acciones que se le deben entregar al CEO cuando asume su cargo, y el bono (α_2) óptimo de largo plazo. A su vez, deben determinar cuáles son los valores "ω" y "γ" que maximizan sus beneficios a fin

de poder inducir al CEO, a través del esquema de remuneración óptimo, a elegir dichos valores.

Para resolver el contrato se tiene que[73]:

(11) $\underset{\delta,\, \alpha_2,\, \omega,\, \gamma}{\text{Max}}\ Z = \gamma.(1-\delta).U_T^0.[\Sigma\Pi\{1+m[1+E(g)]^{n-1}\} + 1] + \Pi\{1+m[1+E(g)]^{n-1}\} - \Sigma w$

sujeto a:

(12) $\gamma.\delta.U_T^0.[\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} + 1] + \alpha_2.\{[1 + E(g)]^{n-1} - 1\} + \beta.n - C(\eta*,\omega) - \frac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2 \geq \gamma.\delta.U_T^0.[(1 + m)^{n+1} - 1]/m + \beta.n - C(\eta*)$

(13) ω, γ que maximiza: $\gamma.\delta.U_T^0.[\Sigma\Pi\{1+m[1+E(g)]^{n-1}\}+1]+\alpha_2.\{[1+E(g)]^{n-1}-1\}+\beta.n - C(\eta*,\omega) - \frac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2$

La inecuación (12) es la restricción de participación. Ella indica que, para que el CEO decide destinar recursos a la tarea de investigación, la utilidad esperada de hacerlo debe ser mayor que su utilidad de reserva. En este caso, la utilidad de reserva se supone igual a la utilidad que el CEO recibe de manera cierta (sin riesgo), si no invierte en innovación.

La expresión (13) es la restricción de compatibilidad de incentivos. Ella indica que, para que el CEO distribuya las utilidades de manera óptima para los accionistas, dicha distribución debe maximizar su utilidad esperada.

Igual que en el capítulo tres, resolver la maximización anterior es igual a resolver la maximización:

$\underset{\delta,\, \alpha_2,\, \omega,\, \gamma}{\text{Max}}\ \gamma.(1-\delta).U_T^0.[\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} + 1] + \Pi\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} - C(\eta*,\omega) - \frac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2$

sujeto a:

ω, γ que maximiza:

$A = \gamma.\delta.U_T^0.[\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\} + 1] + \alpha_2.\{[1 + E(g)]^{n-1} - 1\} - C(\eta*,\omega)$

Nuevamente, no aparecen en la restricción ni la prima por riesgo, ni la parte fija del sueldo del CEO, ya que estos términos no se ven afectados por las acciones del agente. Por otro lado, la Fig. 5 muestra que la función de cambio esperado de la senda de crecimiento de las utilidades es estrictamente cóncava con respecto a "ω"[74]. En cuanto a la función de

[73] Para simplificar la presentación de las ecuaciones se omiten los límites de las sumatorias y productorias

[74] Es cóncava debido a que el valor esperado del término de perturbación es positivo. Si fuese cero también lo sería; pero si fuese negativo, sería una función convexa con respecto al esfuerzo.

dividendos repartidos, es estrictamente cóncava con respecto a "η" y cóncava con respecto a "γ". Además, la función de costo se supone estrictamente convexa con respecto a "η" y "ω".

Dado esto, se maximiza la utilidad esperada del agente para encontrar sus funciones de respuesta $\gamma(\delta, \alpha_2)$ y $\omega(\delta, \alpha_2)$ e introducirlas en la función objetivo de los accionistas para resolver una maximización no restringida. Sin embargo, antes hay que expresar la maximización del agente de manera conveniente. Recordando que "η^*" es fijo, se tiene que el costo marginal del agente de aumentar su esfuerzo en la actividad de mantenimiento, no tiene sentido puesto que dicho esfuerzo no aumenta. Por esto, al maximizar su utilidad esperada, el agente minimiza el costo total pero tomando en cuenta únicamente el costo marginal en el que incurre al aumentar el esfuerzo que le dedica a la investigación.

Esto facilita la maximización del agente ya que se reduce a una sola el número de variables que va a considerar: "ω". Esto es así, no sólo por el costo marginal sino también porque "γ" se puede volver a expresar como "$1 - \eta^* - \omega$" y, dado que "η" es fijo, lo único que varía es "ω".

Resolvemos entonces:

$$\max_{\omega} A = (1 - \eta^* - \omega).\delta.U_T^0.[\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\} + 1] + \alpha_2.\{[1 + E(g(\omega))]^{n-1} - 1\} - C(\eta^*,\omega)$$

$$\partial A/\partial\omega = (1 - \eta^*).\delta.U_T^0.\ \partial\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\}/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega - \delta.U_T^0.[\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\} + 1] - \omega.\delta.U_T^0.\ \partial\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\}/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega + \alpha_2.(n-1)[1 + E(g(\omega))]^{n-2}.\partial E(g)/\partial\omega - \partial C/\partial\omega = 0$$

$$\partial C/\partial\omega = \delta.U_T^0[(1 - \eta^* - \omega).\partial\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\}/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega - \Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\} - 1] + \alpha_2.(n-1)[1 + E(g(\omega))]^{n-2}.\partial E(g)/\partial\omega$$

A fin de simplificar un poco la notación y poder visualizar mejor los resultados de la maximización del CEO, se cambia $\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega))]^{n-1}\}$ por $\Sigma\Pi(.)$.

$$\partial C/\partial\omega = \delta.U_T^0[\gamma.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega - \Sigma\Pi(.) - 1] + \alpha_2.(n-1)[1 + E(g(\omega))]^{n-2}.\partial E(g)/\partial\omega$$

El segundo sumando indica que:

1. Al aumentar el beneficio marginal que el CEO recibe por innovar (α_2), éste asignará un mayor porcentaje "ω" de las utilidades a la actividad de investigación.
2. A mayor número de periodos "n" que el CEO esté en el cargo, mayor será el porcentaje que asigne a la investigación; este efecto es directo por (n – 1) e indirecto a través del exponente del valor esperado del crecimiento de la senda del precio de la acción (n – 2).
3. Se tienen dos efectos que no están en las manos de los accionistas como sí lo están los dos puntos anteriores; a medida que aumenta el valor esperado del cambio de la senda del precio de la acción (E(g)), mayor porcentaje de las utilidades destinará el CEO para investigación y, a medida que el aumento marginal del valor esperado del aumento de la senda con respecto a los recursos destinados para innovar sea mayor (a medida que crece $\partial E(g)/\partial\omega$), también destinará un mayor porcentaje de recursos.

El primer sumando de la condición de primer orden del CEO, presenta algunas dificultades para evaluar sus efectos. En principio, la derivada de la sumatoria de una productoria ($\partial\Sigma\Pi(.)$), no es fácil de obtener, sobre todo cuando "n" tiende a infinito. Uno puede aproximarse a la derivada de dicha función a través de varios métodos[75], sin embargo aquí se presenta una solución intuitiva.

Si lo que se encuentra dentro del paréntesis es positivo, a mayor porcentaje de las acciones "δ" que el CEO recibe cuando asume el cargo, mayor porcentaje de las utilidades será destinado a la investigación. Sin embargo, el signo de lo que se encuentra dentro del paréntesis no es único; varía dependiendo del número de periodos sobre los que se efectúa la sumatoria de la productoria. También varía dependiendo de los valores de "m" y de "E(g)".

Se puede demostrar que mientras más grande son "m" y "E(g)", hacen falta menos periodos para que el signo de lo que se encuentra dentro del paréntesis se vuelva positivo.

[75] KENNETH L., Judd: "Numerical Methods in Economics". Massachusetts Institute of Technology. 1998. Capítulos 6-9.

Por otro lado, a mayor número de periodos sobre los que se efectúa la sumatoria de la productoria, mayor es el valor del paréntesis y por ende más probabilidad de obtener un signo positivo.

En conclusión se obtiene que:

1. A menor número de periodos "n" que el CEO espera estar en su cargo, menores recursos destinará a la investigación.
2. A menor valor esperado del cambio de la senda del precio de la acción "E(g)", menores recursos destinará el CEO a la innovación.
3. A menor $\partial E(g)/\partial\omega$, menores recursos serán destinados a investigar.

En definitiva, si los accionistas desean que el CEO destine recursos para innovar, deben garantizarle, o al menos hacerle creer, que estará en su cargo por muchos periodos. También deben darle un bono de largo plazo alto. En caso que no le puedan garantizar una permanencia larga en su cargo, deberán darle pocas acciones a fin de no proveerle demasiados incentivos a repartir todas las utilidades en forma de dividendos en efectivo. En particular, si se espera que el valor del primer sumando sea negativo sin importar el número de periodos que el CEO está en su cargo[76] lo más conveniente para los accionistas (si desean que la empresa innove), es no darle acciones al CEO; pagarle en cada periodo un sueldo fijo, y al final darle un bono de largo plazo.

Para ver lo que decidirán los accionistas con respecto al valor de "δ" y de "α_2" al igual que para los valores de "ω" y "γ", se introduce la función de reacción del CEO en la maximización de los accionistas.

Introduciendo $\omega(\delta, \alpha_2, n)$ en la maximización de los accionistas se tiene una maximización no restringida:

$$\underset{\delta,\alpha_2,n,\ \omega}{\text{Max}}\ Z = (1 - \eta^* - \omega(\delta, \alpha_2, n)).(1 - \delta).U_T^0.[\Sigma\Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega(\delta, \alpha_2, n)))]^{n-1}\} + 1] + \Pi\{1 + m[1 + E(g(\omega(\delta, \alpha_2, n)))]^{n-1}\} - C(\eta^*, \omega(\delta, \alpha_2, n)) - \tfrac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2$$

Primero se maximiza con respecto a "α_2", "δ" y "n". Se hace necesaria la maximización respecto de "n" a partir de los resultados obtenidos en la maximización del agente. Los resultados de esto se introducen nuevamente en "Z" y se maximiza respecto a

[76] Esto se podría dar si se tiene una "m " muy baja, o un "E(g)" muy bajo, o un $\partial E(g)/\partial\omega$ muy bajo.

"ω". Esto nos va a indicar el porcentaje de acciones y el bono de largo plazo que se le debe dar al CEO, el número de periodos óptimos para que un CEO ejerza su cargo y los porcentajes de utilidades que el CEO debe destinar para cada actividad.

Para maximizar Z con respecto a "α_2", conviene expresar Z como:

$$Z = (1-\eta^*).(1-\delta).U_T^0.\Sigma\Pi(.) + (1-\eta^*).(1-\delta).U_T^0 - \omega.(1-\delta).U_T^0.\Sigma\Pi(.) - \omega.(1-\delta).U_T^0 + \Pi(.) - C(.) - \tfrac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2$$

$$\partial Z/\partial\alpha_2 = (1-\eta^*)(1-\delta)U_T^0.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 - (1-\delta).U_T^0.\Sigma\Pi(.)\partial\omega/\partial\alpha_2 - \omega.(1-\delta).U_T^0\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 - (1-\delta).U_T^0\partial\omega/\partial\alpha_2 + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 - \partial C/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 - r.\alpha_2.\sigma_2^2 = 0$$

$$(1-\delta).U_T^0\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2(1-\eta^*-\omega) - (1-\delta).U_T^0.\partial\omega/\partial\alpha_2(\Sigma\Pi(.)+1) + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 - \partial\omega/\partial\alpha_2[\delta.U_T^0\gamma.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega - \delta.U_T^0(\Sigma\Pi(.)+1) + \alpha_2.(n-1)[1+E(g(\omega))]^{n-2}.\partial E(g)/\partial\omega] - r.\alpha_2.\sigma_2^2 = 0$$

$$\alpha_2 = \{U_T^0[(1-2\delta)\gamma.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 - (1-2\delta)\partial\omega/\partial\alpha_2(\Sigma\Pi(.)+1)] + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2\}/\{(n-1).(1+E(g(\omega)))^{n-2}\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 + r.\sigma_2^2\}$$

$$\alpha_2 = \{U_T^0[(1-2\delta)\partial\omega/\partial\alpha_2[A] + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2\}/\{(n-1).(1+E(g(\omega)))^{n-2}\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\alpha_2 + r.\sigma_2^2\}$$

donde [A] es igual a $\gamma.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega - \Sigma\Pi(.) - 1$;

Se sabe que $\partial\omega/\partial\alpha_2 > 0$ por la función de reacción del CEO.

Se concluye que:

1. Igual que en el capítulo anterior, a mayor incertidumbre sobre el resultado de la inversión en investigación, "σ_2^2", lo óptimo será proveerle menos incentivos de largo plazo al CEO.
2. A mayor coeficiente de aversión al riesgo "r", lo óptimo es proveerle menos incentivos al CEO para que invierta en investigación. Nuevamente, si el

coeficiente de aversión al riesgo tiende a infinito, lo óptimo es no darle un bono de largo plazo al CEO.

3. Si [A] es negativo (como se mencionó antes, su signo depende de varios factores), lo óptimo será proveerle menos incentivos de largo plazo al CEO. Si lo óptimo es proveerle incentivos de largo plazo positivos al CEO, los accionistas deberán garantizarle su permanencia en el cargo por más periodos (aumentar el valor de "n") para así obtener un signo positivo de [A].
4. Sin embargo, el denominador indica que al aumentar el número de periodos, los incentivos de largo plazo óptimos caerán. Esto es así ya que, el CEO de por sí aumentará los recursos destinados a la innovación si aumenta el número de periodos en los que ejerce su cargo.
5. En definitiva, el CEO destinará recursos a la actividad de investigación siempre que reciba incentivos de largo plazo positivos. Aumentar el número de periodos en los que el CEO está ejerciendo su cargo hace más probable que el signo de "α_2" sea positivo, aún cuando su módulo no necesariamente crezca.
6. Si el signo de [A] es negativo, aumentar el porcentaje de acciones que el CEO recibe al asumir su cargo, hará que disminuyan los incentivos de largo plazo[77]. En caso de que sea positivo, será mejor aumentar su participación accionaria.

Estos resultados confirman la intuición en varios aspectos. En primer lugar se tiene que cuando la inversión en innovación es menos segura, es mejor no invertir tanto en ella. Si los accionistas fuesen totalmente neutrales al riesgo, y el CEO también, esto no tendría que ser así ya que no le darían importancia a la varianza de la inversión. Sin embargo, en cualquier portafolio de inversión se busca minimizar la varianza, o el riesgo, total al que se somete una inversión. Por esto, los accionistas le indicarán al CEO que no invierta mucho en investigación si consideran que los resultados son muy riesgosos. El modelo coincide con la observación del comportamiento de diversificación de los inversionistas bursátiles.

[77] Esto es así dado que necesariamente $1 - 2^{\delta} < 0$ pues sino el CEO tendría al menos el 50% de las acciones y ya no se lo podría considerar un "agente" que trabaja para los "principales", pues él sería su propio principal; no habría conflicto de intereses entre el agente y el principal que dé lugar a un problema principal agente.

En segundo lugar, se tiene que si el CEO es más averso al riesgo, exigirá mayores recompensas por arriesgarse al invertir en investigación. A los accionistas les será más costoso indicarle que investigue y no lo harán.

En tercer lugar se tiene que si no se le dan mayores incentivos de largo plazo al CEO por innovar pero, se le garantiza su permanencia en el cargo, éste invertirá en investigación de todas maneras. La observación empírica de muchas empresas muestra que, cuando el CEO invierte mucho dinero en un proyecto que resulta en pérdidas, se ve forzado a renunciar públicamente a su cargo. Esto hace que el siguiente CEO sea más cauteloso a la hora de invertir en cualquier proyecto, lo cual puede ser visto como que tiene un coeficiente de aversión al riesgo mayor al anterior. Esto se podría evitar garantizándole más años en el cargo al CEO; permitiéndole fluctuaciones negativas en el corto plazo, siempre y cuando, en el largo plazo, el resultado sea un crecimiento mayor o igual al que tenía la empresa cuando éste asumió su cargo.

Para determinar el porcentaje óptimo de acciones que debe entregársele al CEO al asumir su cargo, se continúa con la maximización de los accionistas diferenciando la función objetivo "Z" con respecto a dicho porcentaje "δ".

Para maximizar Z con respecto a "δ", conviene expresar Z como:

$$Z=(1-\eta^*).U_T^0.\Sigma\Pi(.)-\delta(1-\eta^*).U_T^0.\Sigma\Pi(.) + (1-\eta^*).U_T^0 - \delta(1-\eta^*).U_T^0 - \omega.U_T^0.\Sigma\Pi(.) + \delta\omega.U_T^0.\Sigma\Pi(.) - \omega.U_T^0 + \delta\omega.U_T^0 + \Pi(.) - C(.) - \tfrac{1}{2}.r.\alpha_2^2.\sigma_2^2$$

$$\partial Z/\partial\delta=(1-\eta^*).U_T^0.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta-(1-\eta^*).U_T^0.\Sigma\Pi(.)-\delta(1-\eta^*).U_T^0.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta - (1-\eta^*).U_T - \partial\omega/\partial\delta.U_T^0.\Sigma\Pi(.) - \omega.U_T^0\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta + \partial\omega/\partial\delta.\delta.U_T^0.\Sigma\Pi(.) + \omega.U_T^0.\Sigma\Pi(.) + \delta.\omega.U_T^0.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta - U_T^0\partial\omega/\partial\delta + \delta.U_T^0\partial\omega/\partial\delta + \omega.U_T^0 + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta - \partial C/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta = 0$$

$$(1-\eta^*).U_T^0.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta.(1-\delta) - (1-\eta^*).U_T^0(\Sigma\Pi(.) + 1) -$$
$$\omega.U_T^0.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta.(1-\delta) - \partial\omega/\partial\delta.U_T^0.\Sigma\Pi(.).(1-\delta) + \omega.U_T^0[\Sigma\Pi(.)+1]$$
$$- U_T^0\partial\omega/\partial\delta.(1-\delta) + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta + \partial C/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta = 0$$

Introduciendo $\partial C/\partial\omega$ y reorganizando se obtiene que:

$$\delta = ½ + \{-\gamma.U_T^0.[\Sigma\Pi(.)+1] + \partial\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta - \partial\omega/\partial\delta.\alpha_2.(n-1).$$
$$[1+E(g(\omega))]^{n-2}.\partial E(g)/\partial\omega]\}/$$
$$\{2.U_T^0(\gamma.\partial\Sigma\Pi(.)/\partial E(g).\partial E(g)/\partial\omega.\partial\omega/\partial\delta - (\Sigma\Pi(.)+1).\partial\omega/\partial\delta)\}$$

El signo de $\partial\omega/\partial\delta$ puede ser positivo o negativo, según el número de periodos, el valor de "m" y otros factores ya explicados.

Se concluye que si el sumando de la derecha (la división), es igual a cero, lo óptimo es que el CEO sea dueño del 50% de las acciones de la empresa. Si es mayor que cero, lo óptimo es que sea el accionista mayoritario; si es menor que cero, lo óptimo es que sea un accionista minoritario. El signo del segundo sumando es difícil de estimar, por lo que se establece únicamente lo anterior con respecto al porcentaje de acciones que le corresponden al CEO.

A continuación se debería derivar "Z" con respecto a "n" para así obtener el número de periodos óptimos en los que un CEO debe permanecer en su cargo. Luego, con la información de las tres variables de decisión de los accionistas, las cuales definen el esquema de compensación óptimo, se estiman los valores óptimos de "ω" y "γ". Sin embargo, la complejidad matemática excede la de la presente investigación. De todas formas, intuitivamente y con los resultados anteriores, se infiere que:

1. Si el valor esperado del cambio en la senda de los precios de largo plazo proveniente de innovar es pequeño (E(g)), los accionistas preferirán que no se invierta en investigación y así cobrar dividendos de manera cierta.
2. Si el incremento marginal en el valor esperado del cambio de la senda de los precios ante aumentos del porcentaje de las utilidades destinado a investigar es pequeño, los accionistas querrán que el CEO no aumente el porcentaje que se venía invirtiendo antes que él asumiera su cargo.

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Cuando existen problemas de información, se vuelve relevante diseñar mecanismos que minimicen las pérdidas asociadas a la incertidumbre. En el contexto de esta investigación, lo que se buscó fue diseñar estrategias de un contrato óptimo que incentivara al agente a dedicar esfuerzos a una tarea riesgosa: la tarea de investigación y desarrollo de innovaciones. Se consideró que innovar es un objetivo que deben perseguir los dueños y accionistas de las empresas ya que, sino, en el largo plazo están sujetos a la posibilidad de desaparecer del mercado.

Las conclusiones del segundo modelo desarrollado confirman muchas observaciones como, por ejemplo, la de que "existe un riesgo para el desempeño económico de las firmas cuando están presionadas a dar resultados de corto plazo y pagar dividendos. ...todo esto puede inhibir la creación de nuevas capacidades, e impedir la adopción de sistemas de trabajo de alto desempeño."[78]

También se confirman las observaciones de Don Goldstein (1997) de que las diferencias en los horizontes de los accionistas de Japón y EE.UU. ha hecho que los gerentes se concentren en metas muy distintas. Por un lado, la estructura de Japón con accionistas más concentrados en el largo plazo, ha llevado a los gerentes a centrarse en procesos de largo plazo como la innovación; mientras que, los ataques especulativos de los accionistas en EE.UU. ha traído preocupaciones acerca del desempeño corporativo del país.[79]

---

[78] MICHIE, Jonathon; DRIVER, Ciaran: *Op. Cit.* Pg. 16

[79] GOLDSTEIN, D[2]: Financial Structure and Corporate Behavior in Japan and the US: insulation versus integration with speculative pressures. International Review of Applied Economics, Vol. 11, No. 1, 1997.

Las conclusiones específicas a cada modelo se resumen en:

5.1.1 Con Respecto al Modelo Básico

1. Mientras más averso al riesgo sea un agente, menores serán los incentivos óptimos que el principal deberá proveer. Esto se debe a que cuando el agente es más averso, su prima de riesgo es mayor y, dado que el principal recompensa al agente por asumir riesgos en una cuantía igual a dicha prima, cuando ésta crece, al principal le es más costoso incentivar al agente.
2. A mayor incertidumbre sobre el resultado de las tareas (σ_i^2), es mejor proveer incentivos de más bajo poder. Esto se debe nuevamente, a que una mayor incertidumbre conlleva a una mayor prima de riesgo del agente y el principal preferirá incentivar menos una actividad, que recompensarlo por una prima mayor.
3. Cuanto menores sean las respuestas del agente ante aumentos en los incentivos, menores deberán ser estos. Queda claro que, cuando se le aumentan los incentivos a un agente, se espera que éste se esfuerce más a fin de justificar el aumento en los costos que incurre el principal; si el aumento en el esfuerzo es muy pequeño, no habrá tal justificación para aumentarle los incentivos al agente.

5.1.2 Con Respecto a los Límites a las Actividades Personales

1. Cuando las actividades personales que un agente desarrolla no afecten de manera directa los resultados de la empresa en la que trabaja, éste tendrá libertad para llevarlas a acabo. Sin embargo, el principal buscará incentivarlo de manera tal que, el agente se aleje de sus actividades personales y se concentre en las actividades propias de la empresa. Esto será así ya que, aun cuando las actividades personales no afecten de manera directa a la empresa, si la afectarán de manera indirecta: cuando el agente desvíe su atención hacia otras tareas, el principal se verá perjudicado por la disminución de sus beneficios producto de un menor esfuerzo.
2. Cuando las actividades personales del agente afecten de manera directa los resultados de la empresa para la cual trabaja y este efecto sea negativo, el principal le prohibirá que

se dedique a otra actividad que no sea la que él desea. Esto es así por dos motivos. El primero salta a la vista y es que el principal no puede permitir que un empleado de su empresa persiga objetivos que contradicen los propios. El segundo motivo es que para incentivar al agente lo suficiente como para que éste decida no dedicarse a su actividad personal, el principal incurrirá en costos muy altos que no se justifican. El agente diversifica sus riesgos al esforzarse en actividades que generan beneficios que se encuentran correlacionados negativamente, y, dado que es averso, los incentivos para elegir no diversificar deben ser muy altos. A mayor aversión al riesgo, más enfática será la prohibición del principal.

3. Si el agente se esfuerza en una actividad personal que le trae beneficios directos al principal, éste no sólo le dará libertad para dedicarse a su actividad sino que además él lo incentivará para que se esfuerce en ella. Sin embargo, dado que los esfuerzos son sustitutos para el agente, habrá que incentivarlo aún más para que se dedique a las actividades propias de la empresa.

De aquí se desprende que:

4. Siempre que se incluya una actividad en el conjunto de actividades posibles del agente y los esfuerzos sean sustitutos, habrá que aumentarle los incentivos al agente para que se esfuerce igual que antes de la inclusión.

5.1.3 Con Respecto a la Introducción de Funciones Explícitas de Beneficio y Pago

1. Si los accionistas son muy aversos al riesgo, preferirán que se destine un porcentaje bajo de las utilidades para innovar. Sin embargo, si un accionista posee la acción durante varios periodos, preferirá que se invierta más en investigación que aquellos accionistas más impacientes o especuladores a pesar de ser igual de aversos.
2. Al aumentar el bono de largo plazo que el CEO recibe, aumentan sus incentivos por innovar y éste asignará un mayor porcentaje "ω" de las utilidades a la actividad de investigación. Sin embargo, aun cuando no se aumenten dichos incentivos, si el número de periodos "n" que el CEO está en el cargo aumenta, mayor será el porcentaje que éste asigne a la investigación. Es decir, mientras más estabilidad laboral, mayor será la disposición para asumir riesgos e innovar. Esto tiene sentido ya que al asegurarle

estabilidad, se le reduce en cierta medida los riesgos provenientes de la pérdida de trabajo y de allí que se encuentra más dispuesto a asumir los riesgos de innovar.

3. Finalmente, se tienen dos efectos que se pueden asociar con la historia de la empresa. Se sabe que los valores esperados surgen de ponderaciones de ciertos resultados con unas probabilidades que no son exactas; es decir, las probabilidades son creencias que los agentes económicos formulan con respecto a la posibilidad de ocurrencia de uno u otro resultado. Las creencias, cuando son formadas a través de expectativas adaptativas, toman en cuenta la historia pasada. Se tiene entonces que, al aumentar el valor esperado del cambio de la senda del precio de la acción (E(g)), mayor será el porcentaje de las utilidades que el CEO destinará para investigación; si la historia de la empresa es una historia de innovaciones exitosas, las ponderaciones de los resultados de los cambios en la senda de los precios harán que el valor esperado sea alto. También a medida que el aumento marginal del valor esperado del aumento de la senda con respecto a los recursos destinados para innovar sea mayor (a medida que crece $\partial E(g)/\partial\omega$), también se destinarán mayores recursos a la investigación.

5.2 Recomendaciones

1. Estudiar el caso en el que hay diferencias en las creencias acerca de las probabilidades de éxito o fracaso de las innovaciones; es decir, cómo cambian los incentivos que le da el principal al agente por innovar, cuando éste tiene una percepción distinta de las probabilidades de éxito o fracaso de la tarea de investigación.
2. Analizar el efecto que tendría en los niveles de esfuerzo del agente el aumentar la volatilidad de sus pagos. Esto se podría hacer si, en vez de pagarle el bono por largo plazo al final, se le recompensa o se la castiga en cada periodo según el cambio en la senda de los precios. De esta manera se incluiría en su remuneración las fluctuaciones de corto plazo.
3. Incluir otro agente con igual poder de decisión que el CEO dentro de la empresa pero que se encargue únicamente de la parte de investigación. Luego, llegar a conclusiones de si es o no recomendable que se separen las tareas de mantenimiento de las tareas de investigación y tener dos agentes en lugar de uno. En este caso se generaría una

negociación entre los dos agentes ya que el CEO no estaría tan dispuesto a otorgarle al otro agente los recursos necesarios para investigar y viceversa. Habría que buscar mecanismos de incentivos que lleven a los agentes a coludir, tomando decisiones que favorezcan a los accionistas.

4. Ampliar el modelo para incluir la posibilidad de que existan varios principales con objetivos distintos. Acciones Preferenciales, Acciones Comunes, Fondos mutuales, inversionistas pequeños y bancos prestamistas que aceptan las acciones de las empresas como colaterales o garantías.
5. Desarrollar un modelo de datos de panel donde las variables dependientes representen el tipo y número de innovaciones introducidas en un periodo de tiempo seleccionado, y, cuyas variables explicativas sean, el esquema de remuneración de varios CEO´s de varios tipos de empresas (empresas con trayectoria innovadora y empresas de corte tradicional) durante el periodo, el número de años promedio que permanecen los CEO´s en sus cargos en las distintas compañías, y la historia de años recientes acerca del porcentaje de fracasos o éxitos que han tenido las empresas al introducir sus innovaciones.

ANEXOS

Anexo 1

$\alpha = \{I + r[C_{ij}]\Sigma\}^{-1} G^{-1}$

Llamaremos $[A] = \{I + r[C_{ij}]\Sigma\}$

$[A]^{-1} = 1/|A| \cdot Adj[A]$

entonces:

$\alpha = 1/|A| \cdot Adj[A] \cdot G'$

$|A| = 1 + r\,(C_{11}\,\sigma_1^2 + C_{22}\,\sigma_2^2 + C_{33}\,\sigma_3^2 + 2C_{12}\,\sigma_{12}^2 + 2C_{13}\,\sigma_{13}^2 + 2C_{23}\,\sigma_{23}^2)$

$Adj\,[A] =$

$$\begin{bmatrix} 1 + r(C_{12}\sigma_{12} + C_{22}\sigma_2^2 + 2C_{23}\sigma_{23} + C_{13}\sigma_{13} + C_{33}\sigma_3^2 & r(C_{12}\sigma_1^2 + C_{22}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_{13}) & r(C_{13}\sigma_1^2 + C_{23}\sigma_{12} + C_{33}\sigma_{13}) \\ r(C_{11}\sigma_{12} + C_{12}\sigma_2{}^2 + C_{13}\sigma_{23}) & 1 + r(C_{11}\sigma_1{}^2 + C_{12}\sigma_{12} + 2C_{13}\sigma_{13} + C_{23}\sigma_{23} + C_{33}\sigma_3^2) & r(C_{13}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_2{}^2 + C_{33}\sigma_{23}) \\ r(C_{11}\sigma_{13} + C_{12}\sigma_{23} + C_{13}\sigma_{23}{}^2) & r(C_{12}\sigma_{13} + C_{22}\sigma_{23} + C_{23}\sigma_3{}^2) & 1 + r(C_{11}\sigma_1{}^2 + 2C_{12}\sigma_{12} + C_{13}\sigma_{13} + C_{22}\sigma_2{}^2 + C_{23}\sigma_{23}) \end{bmatrix}$$

recordando que $G' = \begin{bmatrix} G_1' \\ G_2' \\ G_3' + 1 \end{bmatrix}$

Tenemos

Adj [A] G' $= \begin{bmatrix} Q_1 & Q_2 & Q_3 \end{bmatrix}$

donde:

$$Q_1 = G_1' + G_1' r(C_{12}\sigma_{12} + C_{22}\sigma_2^2 + 2C_{23}\sigma_{23} + C_{13}\sigma_{13} + C_{33}\sigma_3^2) + G_2' r(C_{12}\sigma_1{}^2 + C_{22}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_{13})$$
$$+ G_3' r(C_{13}\sigma_1{}^2 + C_{23}\sigma_{12} + C_{33}\sigma_{13}) + r(C_{13}\sigma_1{}^2 + C_{23}\sigma_{12} + C_{33}\sigma_{13})$$

$$Q_2 = G_1' r(C_{11}\sigma_{12} + C_{12}\sigma_2^2 + C_{13}\sigma_{23}) + G_2' + G_2' r(C_{11}\sigma_1{}^2 + C_{12}\sigma_{12} + 2C_{13}\sigma_{13} + C_{23}\sigma_{23} + C_{33}\sigma_3{}^2)$$
$$+ G_3' r(C_{13}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_2^2 + C_{33}\sigma_{23}) + r(C_{13}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_2^2 + C_{33}\sigma_{23})$$

$$Q_3 = G_1' r(C_{11}\sigma_{13} + C_{12}\sigma_{23} + C_{13}\sigma_3{}^2) + G_2' r(C_{12}\sigma_{13} + C_{22}\sigma_{23} + C_{23}\sigma_3{}^2) + G_3'$$
$$+ G_3' r(C_{11}\sigma_1{}^2 + 2C_{12}\sigma_{12} + C_{13}\sigma_{13} + C_{22}\sigma_2{}^2 + C_{23}\sigma_{23})$$

$$\alpha_1 = (G_1^{'}[1 + r(C_{12}\sigma_{12} + C_{22}\sigma_2^2 + 2C_{23}\sigma_{23} + C_{13}\sigma_{13} + C_{33}\sigma_3^2)] + G_2^{'}r(C_{12}\sigma_1^2 + C_{22}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_{13}) +$$
$$+ (G_3^{'} + 1)r(C_{13}\sigma_1^2 + C_{23}\sigma_{12} + C_{33}\sigma_{13})\} / [1 + r(C_{11}\sigma_1^2 + C_{22}\sigma_2^2 + C_{33}\sigma_3^2 + 2C_{12}\sigma_{12} + 2C_{13}\sigma_{13} + 2C_{23}\sigma_{23})]$$

$$\alpha_2 = \{G_1^{'}r(C_{11}\sigma_{12} + C_{12}\sigma_2^2 + C_{13}\sigma_{23}) + G_2^{'}[1 + r(C_{11}\sigma_1^2 + C_{12}\sigma_{12} + 2C_{13}\sigma_{13} + C_{23}\sigma_{23} + C_{33}\sigma_3^2)] +$$
$$+ (G_3^{'} + 1)r(C_{13}\sigma_{12} + C_{23}\sigma_2^2 + C_{33}\sigma_{23})\} / [1 + r(C_{11}\sigma_1^2 + C_{22}\sigma_2^2 + C_{33}\sigma_3^2 + 2C_{12}\sigma_{12} + 2C_{13}\sigma_{13} + 2C_{23}\sigma_{23})]$$

$$\alpha_3 = \{G_1^{'}r(C_{11}\sigma_{13} + C_{12}\sigma_{23} + C_{13}\sigma_3^2) + G_2^{'}r(C_{12}\sigma_{13} + C_{22}\sigma_{23} + C_{23}\sigma_3^2) +$$
$$+ (G_3^{'} + 1)[1 + r(C_{11}\sigma_1^2 + 2C_{12}\sigma_{12} + C_{13}\sigma_{13} + C_{22}\sigma_2^2 + C_{23}\sigma_{23})]\} / [1 + r(C_{11}\sigma_1^2 + C_{22}\sigma_2^2 + C_{33}\sigma_3^2 + 2C_{12}\sigma_{12} + 2C_{13}\sigma_{13} + 2C_{23}\sigma_{23})]$$

Anexo 2

$$\alpha_1 = \{G_1'(1 + r(C_{12}.\sigma_{1,2} + C_{22}.\sigma_2^2 + 2C_{23}.\sigma_{2,3} + C_{13}.\sigma_{1,3} + C_{33}.\sigma_3^2)) + G_2'r(C_{12}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_{1,2} + C_{23}.\sigma_{1,3}) + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2} + C_{33}.\sigma_{1,3})\}/\{1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_2^2 + C_{33}.\sigma_3^2 + 2C_{12}.\sigma_{1,2} + 2C_{13}.\sigma_{1,3} + 2C_{23}.\sigma_{2,3})\}$$

Si suponemos el caso de empresas neutrales, $\sigma_{1,3} = \sigma_{2,3} = 0$.

$$\alpha_1 = \{\mathbf{G_1'(1 + r(C_{12}.\sigma_{1,2} + C_{22}.\sigma_2^2}\ + C_{33}.\sigma_3^2)) + \mathbf{G_2'r(C_{12}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_{1,2})} + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})\}/\{\mathbf{1 + r(C_{11}.\sigma_1^2 + C_{22}.\sigma_2^2}\ + C_{33}.\sigma_3^2 + \mathbf{2C_{12}.\sigma_{1,2})}\}$$

La parte resaltada en negro es lo que se corresponde con el valor original de α_1. Si se escribe el valor original como $\alpha_1^o = \alpha_{1N}/\alpha_{1D}$ donde α_{1N}, $\alpha_{1D} > 0$, se tiene que:

$$\alpha_1 = \{\alpha_{1N} + G_1'rC_{33}.\sigma_3^2 + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})\}/(\alpha_{1D} + rC_{33}.\sigma_3^2)$$

Para saber si α_1 es mayor que α_1^o, se tiene que:

$\alpha_{1N}/\alpha_{1D} = \alpha_1 + x$ donde x es igual a:

$$x = \alpha_{1N}/\alpha_{1D} - \{\alpha_{1N} + G_1'rC_{33}.\sigma_3^2 + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})\}/(\alpha_{1D} + rC_{33}.\sigma_3^2)$$

Reagrupando queda:

$$x = \{\alpha_{1N}(\alpha_{1D} + rC_{33}.\sigma_3^2) - \alpha_{1D}(\alpha_{1N} + G_1'rC_{33}.\sigma_3^2 + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})\}/\alpha_{1D}(\alpha_{1D} + rC_{33}.\sigma_3^2)$$

Si x es positivo, α_1 es menor que α_1^o; si es negativo, los incentivos para la primera actividad deben aumentar cuando se introduce una tercera actividad con respecto a los incentivos originales. Como el denominador de x es positivo, hay que analizar únicamente el signo del numerador. Se deriva el resultado para cuando es menor que cero:

$$\alpha_{1N}(\alpha_{1D} + rC_{33}.\sigma_3^2) - \alpha_{1D}(\alpha_{1N} + G_1'rC_{33}.\sigma_3^2 + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2}) < 0$$

$$\alpha_{1N}(\alpha_{1D} + rC_{33}.\sigma_3^2) < \alpha_{1D}(\alpha_{1N} + G_1'rC_{33}.\sigma_3^2 + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})$$

$$\alpha_{1N}/\alpha_{1D} < \{G_1'rC_{33}.\sigma_3^2 + (G_3'+1)r(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})\}/\ rC_{33}.\sigma_3^2$$

$$\alpha_{1N}/\alpha_{1D} < G_1' + (G_3'+1)(C_{13}.\sigma_1^2 + C_{23}.\sigma_{1,2})/\ C_{33}.\sigma_3^2$$

Queda claro, que el cambio en los incentivos no se puede obtener a priori de las fórmulas obtenidas.

Anexo 3

$$U_{T0} = U_T^0$$

$$U_{T1} = U_T^0.(1 + m)$$

$$U_{T2} = U_{T1}.[1 + m(1 + E(g))]$$
$$U_{T2} = U_T^0.(1 + m)[1 + m(1 + E(g))]$$

$$U_{T3} = U_{T2}.[1 + m(1 + E(g))^2]$$
$$U_{T3} = U_T^0.(1 + m)[1 + m(1 + E(g))][1 + m(1 + E(g))^2]$$

$$U_{T4} = U_{T3}.[1 + m(1 + E(g))^3]$$
$$U_{T4} = U_T^0.(1 + m)[1 + m(1 + E(g))][1 + m(1 + E(g))^2][1 + m(1 + E(g))^3]$$
$$\vdots$$

$$U_{Tn} = U_T^0.\Pi\{1 + m[1 + E(g)]^{n-1}\}$$

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

BIBLIOGRAFÍA

1. AGHION, Philippe y HOWITT, Peter: *Endogenous Growth Theory*. The MIT Press, England 1999.
2. ANDERSEN, Brigitte; CANTWELL, John: *How firms differ in their types of technological competencies and why it matters*. CRIC, The University of Manchester, Discussion Paper #25, Enero 1999.
3. APPELBAUM, Eileen y BERG, Peter*: Financial Market Constrains and Business Strategy in the United States*. Economic Policy Institute, junio 1995.
4. BINMORE, Ken: *Teoría de Juegos*. Mc Graw Hill, España, 1994.
5. BIERMAN, Scott y FERNÁNDEZ, Luis: *Game Theory with Economic Applications*. Editorial Addison- Wesley, segunda edición, 1998.
6. CANNELL, William: *Firm Level Capabilities In Risk Managment Empirical Analysis of Organisational Styles and Trends*. CRIC Discussion Paper # 27, The University of Manchester, Febrero 1999.
7. CHIANG, Alpha C.: *Métodos Fundamentales de Economía Matemática*. Mc Graw Hill, tercera edición, España, 1997.
8. COOMBS, Rod; METCALFE, Stan: *Distributed Capabilities and the Governance of the Firm*. CRIC, The University of Manchester, Discussion Paper #16, Julio 1998.
9. DIXIT, Avinash: *The Making of Economic Policy a Transaction- Cost Politics Perspective*. The MIT Press, 1998.
10. EASTERBROOK, Frank: *Two Agency- Cost Explanations of Dividends*. The American Economic Review, septiembre 1984. Pg 650- 659.
11. EECKHOUT, Louis; GOLLIER, Christian: *Risk evaluation, managment and sharing*. Harvester Wheatsheaf, Francia, 1992.
12. FABOZZI, Frank, MODIGLIANI, Franco, FERRI, Michael: *Mercados e Instituciones Financieras*. Prentice Hall, Mexico, 1996.
13. FERNÁNDEZ, Juan y TUGORES, Juan: *Fundamentos de Microeconomía*. Mc Graw Hill, segunda edición, Madrid, España, 1992.
14. GOLDSTEIN, Don [1]: *Clashing Paradigms? Total Quality Financial Restructuring and Theories of the Firm*. Oxford University Press, 1997. Pg. 665-700.

15. GOLDSTEIN, Don [2]: *Financial Structure and Corporate Behavior in Japan and the United States: Insulation versus Intregation with Speculatives Pressures*. Journals Oxford Ltd, 1997. Pg 27-48.
16. GREENWOOD, Jeremy; JOVANOVIC Boyan: *Accounting for Growth.* NYU, Junio 1998.
17. HERBERT, Simon: *Organizations and Markets*. The Journal of Economics Perspectives, Primavera 1991. Pg 25-44.
18. HIRSHLEIFER, Jack, RILEY, John: *The Analytics of Uncertainty and Information.* Journal of Economic Literature, vol XVII, n°4, 1979. Pg. 1375-1421.
19. HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [1]: *Aggregation and Linearity in the Provision of Intertemporal Incentives*. Econometrica, vol 55, n^0 2, marzo 1987. Pg 303-328.
20. HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [2]: *Regulating Trade Among Agents.* Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE), Alemania 1990. Pg 85-105.
21. HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [3]: *Multitask Principal- Agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership and Job Design.* Oxford University Press, 1991. Pg 24-52.
22. HOLMSTROM, Bengt y MILGROM, Paul [4]: *The Firm as Incentive System*. Stanford University, vol 84, n^0 4, septiembre 1994. Pg 972-991.
23. HOLMSTROM, Bengt y RICART I COSTA, Joan: *Managerial Incentives and Capital Managment.* The Quaterly Journal of Economics, vol CI, noviembre 1986. Pg 835-859.
24. HOLMSTROM, Bengt y TIROLE, Jean: *Financial Intermediation, Loanable Funds and the Real Sector.* The Quaterly Journal of Economics, vol CXII, agosto 1997. Pg 663-727.
25. JEWITT, Ian: *Justifying the First-Order Approach to Principal-Agent Problems*. Econometrica, vol 56, n°5, 1988. Pg. 1177-1190.
26. JOVANOVIC, Boyan y NYARKO, Yaw: *Learning by Doing and the Choice of Technology.* Econometrica, vol 64, n^0 6, noviembre 1996.
27. KUCZMARSKI, Thomas: *Innovación Estrategias de Liderazgo para Mercados de Alta Competencia*. Mc Graw Hill, Colombia, 1997.

28. LAFFONT, Jean- Jacques y TIROLE, Jean: *The Dynamics of Incentive Contracts*. Econometrica, vol 56, n°5, 1988. Pg. 1153-1175.
29. LEVAGGI, Rosella: *Fiscal Federalism and Grants-in- Aid*. Avebury Academic Publishing Group, 1991.
30. MACHO-STADLER, Inés; PÉREZ-CASTRILLO, David: *An Introduction to the Economics of Information Incentives and Contracts*. Oxford University Press, Nueva York, EE.UU., 1997.
31. MAS-COLELL, Andreu, WHINSTON, Michael y GREEN, Jerry: *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos, 1995.
32. MICHIE, Jonanthan; DRIVER, Ciarian: *Managerial Culture and the Capacity Stance of Firms*. CRIC, The University of Manchester, Discussion Paper #19, Agosto, 1998.
33. MORRIS, Teubal: *Enterprise Restructuring and Embeddedness- An Innovation System and Policy Perspective*. CRIC, The University of Manchester, Julio 1998.
34. MULLER, Holger: *The First Best Sharing Rule in the Continuos Time Principal- Agent Model with Exponential Utility*. Stockholm School of Economics, Working Paper n^0 145, diciembre 1996.
35. MULLER, Holger y WARNERYD: *Inside versus Outside Ownership A Political Theory of the Firm*, nov 1999.
36. QUAGLIONE, Dante: *Faster Information Circulation, Productivity Slowdown and the Stockmarket*. New Yor University, diciembre 1999.
37. RASMUNSEN, Eric*: Teoría de Juegos e Información*. Fondo de Cultura Económica, 1989.
38. REINGANUM, Jennifer: *Practical Implications of Game Theoretical Models of R&D*. The American Economic Review, mayo 1984. Pg 61- 65.
39. ROGERSON, William: *The First-Order Approach to Principal-Agent Problems*. Econometrica, vol 53, n°6, 1985. Pg 1357-1367.
40. SALANIÉ, Bernard: *The Economics of Contracts*. The MIT Press, Cambridge Massachusetts, EE.UU., 1998.
41. SCHOTTER, Andrew y SCHWÖDIAUER, Gerhard: *Economics and the Theory of Games: A Survey*. Journal of Economic Literature, vol XVIII, n° 2, 1980. Pg. 479-527.

42. SIMON, Herbert: *Organizations and Markets.* The Journal of Economics Perspectives, vol 5, n° 2, 1991. Pg. 24-44.
43. SPAGNOLO, Giancarlo: *Multimarket Contract, Concavity and Collusion: on External Equilibria of Interdependent.* Working Paper n^0 104, noviembre 1998.
44. SPAGNOLO, Giancarlo: *Ownership, Control and Collusion*. Stockholm School of Economics, Working Paper n^0 139, diciembre 1999.
45. TANDON, Pankaj: *Innovation, Market Structure, and Welfare*. The American Economic Review, junio 1984. Pg 394-403.
46. WOLFSTETTER, Elmar: *Topics in Microeconomics: industrial organization, auctions, and incentives*. Cambridge University Press 1999.
47. WRIGHT, Brian: *The Economics of Invention Incentives: Patents, Prizes, and Research Contracts*. The American Economic Review, septiembre 1983. Pg 693-707.