



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EL USO DE LA TEORÍA DE JUEGOS
COMO HERRAMIENTA PARA LA
FISCALIZACIÓN SUPERIOR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ACTUARIO

PRESENTA:
CARLOS LEONARDO VILLALVA GARCIA

DIRECTOR DE TESIS:
MTRO. JOSÉ ANTONIO CLIMENT HERNÁNDEZ



2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

Agradecimientos.....	I
Resumen	II
Introducción.....	III
1.- Antecedentes.....	1
1.1.- Auditoría Superior de la Federación(ASF)	1
1.1.1.- Historia de la Auditoría Superior de la Federación(ASF)	1
1.1.2.- Sobre la ASF.....	2
1.1.3.- Fiscalización Superior y modernización en México.....	5
1.1.4.- Detección de áreas de oportunidad en la administración pública.....	6
1.1.5.- Principales funciones y atribuciones	6
1.1.6.- Sobre la Revisión de la Cuenta Pública.....	7
1.1.6.1.- La revisión de la Cuenta Pública	7
1.1.6.1.1.- Planeación Genérica	8
1.1.6.1.2.- Planeación Específica	9
1.1.6.2.- Tipos de Auditoría	10
1.1.6.2.1.- De Desempeño.....	10
1.1.6.2.2.- De Regularidad.....	11
1.1.6.2.2.1.- Financiera y de Cumplimiento.....	11
1.1.6.2.2.2.- De Inversiones Físicas (obras públicas o adquisiciones).....	11
1.1.6.2.2.3.- De Sistemas.....	12
1.1.6.2.2.4.- A los Recursos Federales Ejercidos por Entidades Federativas y por Municipios.	12
1.1.6.2.2.5.- Especial.....	12
1.1.6.2.2.6.- Seguimiento	13
1.2.- Teoría de Juegos.....	14
1.2.1.- Historia de la Teoría de Juegos	14
2.- Objetivos.....	20
3.- El Juego de la Fiscalización	21
3.1.- Establecimiento del Juego	21
3.2.- La “Estrategia única”	23
3.2.1.- “Estrategia única” de los fiscalizadores	28
3.2.1.1.- Un tipo de “Estrategia única”	28
3.3.- Los retos de los jugadores.....	30
3.3.1.- El reto del Jugador Fiscalizador	30
3.3.2.- El reto del Jugador Fiscalizado	31
3.4.- Sobre las utilidades	32
3.4.1.- Sobre la probabilidad de revisar y descubrir un rubro	33
3.4.2.- Sobre descubrir al Jugador Fiscalizado y/o que el Jugador Fiscalizado evite ser descubierto	34
3.4.4.- Sobre la forma de actuar del Jugador Fiscalizado	35
3.4.5.- Sobre la cantidad a recuperar por revisión.....	37
3.4.5.1.- Cantidades Monetarias.....	38
3.4.5.2.- Cantidades atributos.....	38
4.- Método de selección de estrategias	39
4.1.- Juegos Matriciales por Objetivos.....	39
4.2.- Matriz Ap.....	44
4.2.1.- Ejemplo.....	45

4.3.- Observaciones sobre los resultados	48
5.- Limitaciones.....	52
6.- Conclusiones.....	53
Anexos.....	55
Referencias	81

Agradecimientos

La presente tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia y dando ánimo para poder terminar este proceso.

Al M. en I. José Antonio Climent Hernández por haber aceptado ser el Director de esta tesis, a la M. en C. María de la Paloma Carmen Zapata y Lillo, al M. en I. Juan Carlos Vargas Aguilar, a la Act. Quetzalli Rivera Cuevas y al Lic. Jorge Enrique Navarrete Espinoza; a todos ustedes gracias por sus comentarios, observaciones y sugerencias.

A mis Padres, quienes siempre me han dado todo su amor y todo su apoyo, que han procurado educarme para ser una persona de bien.

A mi hermana, quien siempre se preocupa por lo que me pasa, por cómo me siento.

A mis tías Edith y Laura, gracias por preocuparse por mí, por presionarme; también a mis otros tíos; Chely, Eliza y Alfredo.

A todas las personas que conocí en la Facultad con las que compartí muchas experiencias; especialmente a Raúl, Gabriel y Juan Carlos.

A la Auditoría Superior de la Federación, institución donde laboro, en particular a Ernesto, por darme la oportunidad de desarrollarme.

A todos ustedes Gracias.

Resumen

Desde la creación de la Auditoría Superior de la Federación a principios del siglo XXI la misión principal de esta Institución ha sido la de informar veraz y oportunamente a la Cámara de Diputados, a través de la Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación, sobre el resultado de la revisión de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

El auditor debe utilizar sus conocimientos para llevar a cabo una revisión efectiva y eficaz, asimismo adquirir nuevas habilidades es de primordial importancia, combinarlas con las de otros auditores con el fin crear una revisión multidisciplinaria.

Por otro lado, la teoría de juegos y su aplicación en las ciencias sociales ha sido utilizada en el estudio de diversos conflictos o situaciones de la vida cotidiana.

Al combinar la teoría de juegos con el conocimiento de los auditores sobre la fiscalización se puede dar valor agregado a la revisión de cuentas.

Palabras Clave: Jugador Fiscalizador, Jugador Fiscalizado, Estrategia Única, Juego por Objetivos.

Introducción

Hoy en día, el concepto de la rendición de cuentas, el cual ya forma parte del lenguaje político cotidiano en la comunidad internacional, expresa de manera nítida esta preocupación continúa por controles y contrapesos, por la supervisión y la restricción del poder. En todo el mundo democrático, los actores y observadores de la política, las asociaciones cívicas, los organismos financieros, los activistas de base, los ciudadanos, los periodistas y los académicos han descubierto las bondades del concepto y se han adherido a la causa noble de la rendición pública de cuentas.

La rendición de cuentas se ha vuelto entonces una obligación ubicua en el mundo de la política democrática. Todos estamos de acuerdo con que la democracia implica rendición de cuentas.

La rendición de cuentas y la fiscalización superior en México es un tema que ha ido tomando mayor relevancia en la sociedad mexicana. Anteriormente poca gente conocía de la existencia de la Contaduría Mayor de Hacienda como el órgano del gobierno que llevaba a cabo la revisión de la Cuenta Pública. En los últimos años esto ha cambiado, cada vez es mayor el número de personas que saben que cuentan con un órgano fiscalizador.

Esto ocasiona que la obligación del órgano fiscalizador sea aún mayor, el pueblo mexicano exige a sus gobernantes una mejor rendición de cuentas y al no encontrarla pierde la confianza en su gobierno y en los servidores públicos.

El país y su órgano fiscalizador no pueden permitir verse rebasados por la corrupción y opacidad que existe en el sector público y es la tarea del órgano fiscalizador evitar que esto ocurra, por lo que es importante dotarlo de más y mejores herramientas para que realice su revisión de forma óptima y de esta forma se erradique uno de los mayores problemas que México tiene, el cual nos afecta a todos e impide el crecimiento y buen desarrollo del país.

En México en lo particular coincidimos en que, después de décadas de gobierno irresponsable, el establecimiento de instituciones y prácticas efectivas de rendición de cuentas representa una de las primeras aspiraciones de la joven democracia. La rendición de cuentas abarca de manera genérica tres maneras diferentes para prevenir y corregir abusos de poder: Obliga al poder a abrirse a la inspección pública; lo fuerza a explicar y justificar sus actos y lo supedita a la amenaza de sanciones.

En la rendición de cuentas “A” rinde cuentas a “B” cuando está obligado a informarle sobre sus acciones y decisiones, sean pasadas o futuras, a justificarlas y a sufrir el castigo correspondiente en caso de mala conducta. En la política presenta 3 divisiones: Informar, Justificar, Sancionar, sin embargo las tres no forman un núcleo de atributos necesarios.

Estas tres divisiones pueden presentarse con intensidades y énfasis variados, por otro lado hay muchos casos en los cuales una o dos de las tres dimensiones están ausentes o solo débilmente presentes y de todos modos podemos hablar de ejercicios efectivos de rendición de cuentas.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 menciona en cuanto a la rendición de cuentas y a la transparencia lo siguiente: Son dos componentes esenciales en los que se fundamenta un gobierno democrático. Por medio de la rendición de cuentas, el gobierno explica a la sociedad sus acciones y acepta consecuentemente la responsabilidad de las mismas. La transparencia abre la información al escrutinio público para que aquellos interesados puedan revisarla, analizarla y en su caso utilizarla como mecanismo para sancionar.

La Auditoría Superior de la Federación, al ser el órgano de fiscalización superior de México tiene la obligación de verificar que el uso de los recursos públicos sea el adecuado para obtener el mayor provecho de estos, de revisar y analizar la información proporcionada por los distintos entes que han recibido recursos públicos sobre el uso que le dieron a estos y en su caso de aplicar las sanciones correspondientes.

Para esto debe utilizar las herramientas y las habilidades necesarias para cumplir con el objetivo por la cual fue creada, estas deben ser eficaces y eficientes, de tal manera que ayuden a mejorar la percepción que se tiene del gobierno, a descubrir a aquellas instancias que causen un perjuicio a la nación y reconocer a las que cumplen con la ley.

El problema a tratar en esta tesis es usar la teoría de juegos como herramienta para proporcionar a los órganos fiscalizadores estrategias adicionales para llevar a cabo sus revisiones aprovechando las habilidades con las que cuentan los auditores para lograr una mejor revisión de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal. La motivación se encuentra en la necesidad de los órganos fiscalizadores de hacer frente a la corrupción y a la opacidad que tanto ha afectado al país el cual detiene su crecimiento y solo beneficia a los que participan de estas actividades.

Es común encontrar aplicaciones de la teoría de juegos en el sector social y/o económico; competencias entre empresas, estudios de comportamientos de la población, estrategias militares. Sin embargo para la rendición de cuentas en el país aún no se ha explotado esta herramienta.

El método se basa en suponer que los órganos fiscalizadores utilizan una “Estrategia única¹”, las desventajas que esto les puede ocasionar y se propone una solución para obtener un conjunto de estrategias adicionales y las ganancias que se pueden obtener a través de éstas, evitado de esta manera que los entes fiscalizados continúen utilizando la “mejor respuesta” a la “Estrategia única”.

Al analizar el juego entre el fiscalizador y el fiscalizado se observa que se vuelve necesario el uso de estrategias mixtas.

¹ Al utilizar la expresión “Estrategia única” se refiere a que dentro del espacio de estrategias puras del jugador $S_i = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ solo una de éstas es seleccionada debido a la línea de actuación que se sigue para realizar la fiscalización de la Cuenta Pública, lo que ocasiona que las estrategias puras restantes sean descartadas al no contar con las características que por costumbre se les da preferencia; se puede decir que la “Estrategia única” es una “Estrategia pura acostumbrada”.

Después de haber calculado las cantidades que se obtienen al utilizar diferentes estrategias el jugador fiscalizador selecciona un objetivo base, es decir una cantidad de ganancia mínima para que por medio de programación lineal pueda obtener al menos una de las mejores estrategias lo que le beneficia más a diferencia de las ganancias que obtiene con el uso de la *“estrategia única”*.

Mediante los Juegos Matriciales por Objetivos y usando la Programación Lineal para resolver el juego el jugador encuentra la forma de usar las estrategias mixtas con las que busca conseguir el objetivo deseado con cierta probabilidad.

Si bien las nuevas estrategias se encuentran acotadas por restricciones que deben cumplirse al realizar las revisiones, proporcionan valores esperados mayores a los de la *“estrategia única”*.

Es importante señalar que debido a que el modelo incluye variables cuya ponderación depende del criterio de la persona que lo utiliza, el vector de estrategias mixtas resultante seguramente diferirá respecto al de otra persona.

Como complemento se explica la forma en que la revisión de la Cuenta Pública se lleva a cabo si se utiliza la *“Estrategia única”* para las distintas maneras en las que se puede desarrollar un juego:

De forma estática o dinámica (extensiva), con información completa o incompleta, perfecta o imperfecta. Lo anterior permite observar que la decisión de actuar con una *“Estrategia única”* termina por beneficiar al jugador que es sujeto a la revisión, quien termina por utilizar la estrategia que es la *“Mejor respuesta”* a la *“Estrategia única”*.

También se hace referencia al modelo de duopolio de *Cournot* para juegos estáticos, el cual es un juego en donde dos empresas compiten en el mercado de un mismo bien y las estrategias de los jugadores son las cantidades que deben producir siendo un factor primordial en el costo que representa producir dicha cantidad para cada uno, con lo que se obtiene un equilibrio en el cual a ninguno de los jugadores les conviene producir una cantidad distinta siempre y cuando tengan el mismo costo.

1.- Antecedentes

1.1.- Auditoría Superior de la Federación

1.1.1.- Historia de la Auditoría Superior de la Federación (ASF)

Las actividades de la fiscalización superior están firmemente vinculadas en nuestro país a la historia del México Independiente. En 1824, se crea la Contaduría Mayor de Hacienda, la cual corresponde al antecedente institucional de la actual Auditoría Superior de la Federación, y cuyas principales funciones quedaron delineadas desde entonces: realizar el examen y la glosa de la contabilidad de los ramos de Hacienda y Crédito Público del presupuesto federal.

Respecto a la evolución de esta institución, su organización y atribuciones se alternaron con las del Tribunal de Cuentas. Como se mencionó, la Contaduría Mayor de Hacienda se creó el 16 de noviembre de 1824, y continuó así hasta la promulgación de la ley del 14 de marzo de 1838 en que pasó a formar parte del Tribunal de Cuentas, que se extinguió por decreto del 2 de septiembre en 1846, restableciéndose nuevamente la Contaduría Mayor de Hacienda, la que, con sus facultades anteriores, desarrolló su actividad hasta el año de 1853.

Esta última fecha marcó el retorno del Tribunal de Cuentas, el cual tuvo vigencia hasta el 10 de octubre de 1855, año en que se emitió otro decreto que la regresó a su figura de Contaduría Mayor de Hacienda, la cual operó hasta el año de 1865 en que se dio la Emisión Provincial del Imperio Mexicano que reconstituyó una vez más al Tribunal de Cuentas. Éste, por última ocasión, funcionó hasta la Restauración de la República en 1867. El 20 de agosto de dicho año, la institución retornó a su nombre y concepción original de Contaduría Mayor de Hacienda.

A partir de 1867 y hasta el año 2000, la Contaduría Mayor de Hacienda no sufrió cambios en su denominación, habiendo operado durante ese periodo bajo un proceso más estable en su regulación jurídica, el cual contrastó con la etapa anterior, en la que fue sujeta a decretos que respondían, en la mayoría de las ocasiones, a situaciones de coyuntura principalmente de orden político, así como a necesidades apremiantes y circunstanciales de ese tiempo.

El tema de la fiscalización superior en México tomó destacada importancia, y fue, durante la LVII Legislatura, y bajo su responsabilidad, que se continuaron los trabajos previos para la construcción de una nueva y fortalecida entidad de fiscalización superior, dando cuenta de ese cambio dos ordenamientos fundamentales que constituyeron una revolución legislativa, y que son, hoy en día, el cuerpo de la fiscalización del siglo XXI en nuestro país: las reformas constitucionales de los artículos 73, 74, 78 y 79 de julio de 1999 y la Ley de Fiscalización Superior de la Federación, de diciembre de 2000.

Esta ley, a diferencia de las leyes orgánicas anteriores y los decretos que privaron en el siglo XIX, marcó una moderna concepción de la fiscalización superior, dotando a la institución de una nueva organización interna con renovados procedimientos para la realización de auditorías, visitas e inspecciones que la misma ley le encomienda.

De importancia vital para la LVII Legislatura fue la elección y nombramiento del último Contador Mayor de Hacienda del siglo XX. Para ello, se recurrió a una convocatoria pública para la inscripción de candidatos a concursar por la titularidad de la institución, habiéndose aprobado, por mayoría calificada de la Cámara de Diputados, la designación del último Contador Mayor de Hacienda, el C.P. Gregorio Guerrero Pozas.

De acuerdo con lo establecido en la reforma constitucional y en la ley respectiva, la Cámara decidió, en el año 2001, la no ratificación de dicho titular de la institución, para así iniciar, conforme al procedimiento estipulado en la ley, un nuevo proceso abierto y transparente para la designación del que encabezaría la recién creada Auditoría Superior de la Federación. De esta forma, en diciembre de 2001, mediante convocatoria pública y de entre 65 candidatos inscritos, entrevistados y evaluados, se eligió, por mayoría calificada, y con más del 83% de la votación del pleno de la Cámara de Diputados, al C.P.C. Arturo González de Aragón Ortiz, quien, el 15 de diciembre de 2001, tomó protesta como el primer Auditor Superior de la Federación, por un periodo de ocho años (2002-2009). El 15 de diciembre de 2009 se realizó la nueva elección del Auditor Superior, resultando elegido el C.P.C. Juan Manuel Portal Martínez quien ocupará el cargo durante el periodo 2010-2017.

1.1.2.- Sobre la ASF

La Auditoría Superior de la Federación de la Cámara de Diputados es el órgano de fiscalización superior de México la cual tiene a su cargo la fiscalización de la Cuenta Pública²; así como las

² De conformidad con el artículo 12 de la Ley de Fiscalización y Revisión de Cuentas de la Federación (LFRCF) la fiscalización de la Cuenta Pública tiene por objeto:

I. Evaluar los resultados de la gestión financiera:

- a) Si se cumplió con las disposiciones jurídicas aplicables en materias de sistemas de registro y contabilidad gubernamental; contratación de servicios, obra pública, adquisiciones, arrendamientos, conservación, uso, destino, afectación, enajenación y baja de bienes muebles e inmuebles; almacenes y demás activos; recursos materiales, y demás normativa aplicable al ejercicio del gasto público.
- b) Si la captación, recaudación, administración, custodia, manejo, ejercicio y aplicación de recursos federales, incluyendo subsidios, transferencias y donativos, y si los actos, contratos, convenios, mandatos, fondos, fideicomisos, prestación de servicios públicos, operaciones o cualquier acto en que las entidades fiscalizadas, celebren o realicen, relacionados con el ejercicio del gasto público federal, se ajustaron a la legalidad, y si no han causado daños o perjuicios, o ambos, en contra de la Hacienda Pública Federal o, en su caso, del patrimonio de los entes públicos federales o de las entidades paraestatales federales;

II. Comprobar si el ejercicio de la Ley de Ingresos y el Presupuesto se ha ajustado a los criterios señalados en los mismos.

- a) Si las cantidades correspondientes a los ingresos y a los egresos, se ajustaron o corresponden a los conceptos y a las partidas respectivas.
- b) Si los programas y su ejecución se ajustaron a los términos y montos aprobados en el Presupuesto.
- c) Si los recursos provenientes de financiamientos se obtuvieron en los términos autorizados y se aplicaron con la periodicidad y forma establecidas por las leyes y demás disposiciones

demás funciones que expresamente le encomiende la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Fiscalización y Rendición de Cuentas de la Federación y demás ordenamientos legales aplicables.

Las raíces del control interno emergen al crearse el Departamento de Cuenta y Razón y al asignarse a la Tesorería, atribuciones de normatividad en materia de presupuesto y cuenta.

Durante el siglo XIX y hasta el año de 1917, con diversas variantes, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público concentró las funciones de recaudación y distribución de los recursos, además de las de control preventivo. En diciembre de 1917, se creó el Departamento de Contraloría Interna. Su objetivo era realizar una inspección eficaz sobre los fondos y bienes de la Nación a través del control previo, contribuir a la regularización de todos los servicios de las oficinas, la rendición de cuentas y la reorganización de la contabilidad general de la Hacienda Pública.

A partir de entonces, las atribuciones de control preventivo sufren diversas reformas para, sucesivamente, asignarse a diversas dependencias del Poder Ejecutivo: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría de Bienes Nacionales e Inspección Administrativa, Secretaría de la Presidencia y Secretaría de Programación y Presupuesto, que asumió funciones de planeación y control.

La crisis económica de 1982 obligó a un replanteamiento del sistema de control interno del gobierno mexicano. La creación de la Secretaría de Contraloría General de la Federación, hoy Secretaría de la Función Pública, fue la respuesta a la necesidad de fortalecer los esquemas de control de la Administración Pública Federal.

Es así, que la Secretaría de la Función Pública ejerce sus atribuciones de control interno antes, durante y después de realizada la gestión gubernamental, y es, desde el Poder Ejecutivo, la responsable de vigilar la aplicación del gasto federal y de las políticas y programas públicos, supervisando la actuación de las dependencias y entidades de gobierno.

Por su parte, la Auditoría Superior de la Federación, órgano técnico del Poder Legislativo, ejerce su función fiscalizadora de carácter externo a los tres Poderes de la Unión, a los órganos constitucionalmente autónomos, a los estados y municipios, y a los particulares, cuando ejercen recursos federales.

aplicables, y si se cumplieron los compromisos adquiridos en los actos respectivos.

III. Verificar el cumplimiento de los objetivos contenidos en los programas:

- a) Realizar auditorías al desempeño de los programas, verificando la eficiencia, la eficacia y la economía de los mismos y su efecto o la consecuencia en las condiciones sociales, económicas y en su caso, regionales del país durante el periodo que se evalúe;
- b) Si se cumplieron las metas de los indicadores aprobados en el Presupuesto y si dicho cumplimiento tiene relación con el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, y

IV. Determinar las responsabilidades a que haya lugar y la imposición de multas y sanciones resarcitorias correspondientes en los términos de esta Ley.

La Auditoría Superior de la Federación, fue creada para apoyar a la Cámara de Diputados en el ejercicio de sus atribuciones constitucionales relativas a la revisión de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal, con el propósito de conocer los resultados de la gestión financiera, comprobar si ésta se ajustó a los lineamientos señalados en el Presupuesto de Egresos de la Federación y en la Ley de Ingresos correspondiente, y constatar la forma y grado del cumplimiento de los objetivos y metas contenidos en los programas de gobierno.

La Institución tiene como misión la de informar veraz y oportunamente a la Cámara de Diputados, a través de la Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación, sobre el resultado de la revisión del origen y aplicación de los recursos públicos y del cumplimiento de los objetivos y metas de gobierno; inducir el manejo eficaz, productivo y honesto de los recursos; y promover la transparencia y la rendición de cuentas por parte de los tres Poderes de la Unión, los entes públicos federales autónomos, los estados y municipios, así como los particulares cuando hagan uso de recursos federales.

Una rendición de cuentas clara, oportuna y transparente es condición indispensable para el ejercicio pleno, por parte de la sociedad, de su derecho de vigilar la honesta y eficiente utilización de los recursos públicos, por lo que el fortalecimiento de las facultades de la entidad de fiscalización superior de la Federación ha resultado fundamental en la reforma del Estado mexicano. Puede decirse, respecto a ello, que los avances en este sentido han sido significativos, habiéndose conferido a la Auditoría Superior de la Federación, garante de ese derecho de la sociedad, mayores atribuciones para cumplir con su misión, entre las que destacan las siguientes:

- Otorga a la Auditoría Superior de la Federación autonomía técnica y de gestión para decidir sobre su organización interna, funcionamiento, resoluciones y manejo de los recursos presupuestales que le son asignados.
- Concede nuevas atribuciones para fincar directamente responsabilidades resarcitorias y aplicar multas y sanciones cuando se determinen daños patrimoniales a la Hacienda Pública Federal.
- Ordena que las revisiones se lleven a cabo con mayor oportunidad, reduciendo los plazos para la entrega de los informes.
- Establece el carácter público de los informes, una vez que éstos son entregados a la Cámara de Diputados.
- Faculta al órgano fiscalizador para solicitar, en situaciones excepcionales, información a los distintos Poderes y entes auditados, revisando los conceptos que estime pertinentes y rendir el informe respectivo.
- Permite fiscalizar los subsidios que con cargo al presupuesto se otorguen a entidades federativas o particulares.

· Amplía las facultades de la Auditoría Superior de la Federación para llevar a cabo auditorías de desempeño que permitan determinar si la gestión gubernamental cumplió con los objetivos y metas previstos, en términos de su eficacia, eficiencia y economía.

Hasta antes del 2001 el órgano fiscalizador del país, la Contaduría Mayor de Hacienda era prácticamente desconocida por la población, a raíz de la transformación de esta a la Auditoría Superior de la Federación ha logrado que más personas sean conscientes de la existencia de la Entidad Fiscalizadora Superior de México.

La sociedad ha encontrado en la ASF al órgano al cual le puede demandar que los gobiernos, entidades y demás sectores del país sean revisados, ha encontrado también a quien exigirle una revisión del presupuesto la cual debe ser eficaz, eficiente y transparente, de esta manera el pueblo adquiere una mayor confianza en los servidores públicos esto siempre y cuando el trabajo de revisión no se vea afectado por aquellos a los cuales deba auditar, es decir, que la entidad fiscalizadora sea independiente.

La ASF tiene la obligación y la responsabilidad de contar con las mejores herramientas para realizar la tarea de fiscalización superior, debido a la gran diversidad de las sociedades y sus diferentes tradiciones legales y administrativas cada entidad de fiscalización superior se tiene como cuestión determinar el modo en que deben actuar para alcanzar la eficacia y la eficiencia necesaria.

1.1.3.- Fiscalización Superior y modernización en México

Todo gobierno requiere la aceptación y un mandato implícito o tácito de los gobernados. El pueblo demanda beneficios palpables en su vida cotidiana a cambio de su confianza. Una de estas demandas se materializa en el conocimiento y la transparencia respecto de las acciones de sus autoridades. Sólo de esta manera los ciudadanos ven retribuido el capital político conferido a los gobernantes el día de las elecciones; sin este intercambio no hay aceptación ni confianza (como lo demuestran los Índices de transparencia, opacidad y confianza en las instituciones).

Cuando la sociedad recibe señales de falta de honestidad por parte de los servidores públicos, se distorsionan las relaciones entre el gobernante y el gobernado.

En nuestro país, los presupuestos públicos enfrentan limitaciones para cumplir las responsabilidades básicas del Estado, como seguridad, educación, salud, vivienda, infraestructura, administración de justicia y combate a la pobreza. Esta circunstancia obliga al gobierno a hacer uso eficaz, eficiente y transparente de los recursos públicos (Y por ende obliga a la ASF a realizar una buena fiscalización de los recursos públicos para evitar que las entidades se vean tentadas a actuar de forma opaca y romper con el círculo vicioso que esto ocasiona, círculo donde las entidades actúan sin transparencia y el pueblo al estar a disgusto deja de tener incentivos para cumplir con los gravámenes correspondientes).

Los gobiernos no deben considerar la fiscalización como una concesión a los ciudadanos ni como una medida correctiva sin sentido. Por el contrario, debe ser percibida como una posibilidad de legitimar, a los ojos de la sociedad, la acción del servidor público y del mismo gobierno. La legitimidad es el principio de un buen gobierno y la observancia de la ley depende, en buena medida, de la percepción del ciudadano respecto a la equidad e integridad de quienes tienen a su cargo su administración.

1.1.4.- Detección de áreas de oportunidad en la administración pública

El desarrollo y la evolución de la administración pública y del propio universo auditable implica que un efectivo ejercicio auditor debe analizar continuamente su acción y buscar, de manera proactiva, las áreas que ofrezcan mayor riesgo de incurrir en prácticas de ineficiencia, corrupción, dispendio o desviación de recursos de sus objetivos originales.

La ASF ha identificado áreas de opacidad y riesgo sobre las cuales percibe una necesidad de efectuar acciones puntuales, por parte de la administración pública, para avanzar en los procesos de transparencia y rendición de cuentas. Destacan las áreas siguientes:

- La eficiencia recaudatoria del Estado.
- Fideicomisos, fondos, mandatos y contratos análogos.
- Pensiones y Jubilaciones.
- Recursos federales transferidos a estados y municipios.
- Proyectos de infraestructura productiva a largo plazo.
- Educación pública.
- Sistema contable gubernamental.
- Sistemas de evaluación de desempeño.
- Donativos de recursos públicos.
- Mejora regulatoria.
- Remuneraciones de servidores públicos.

Una gran cantidad de recursos es asignada a estos rubros, por lo que se impone una vigilancia efectiva sobre su uso y disposición, de tal modo que la sociedad pueda contar con la certidumbre de su manejo.

Atender estas áreas estratégicas tiene como resultados adicionales preservar el patrimonio nacional, abatir la corrupción, contar con un gasto público más eficiente, liberar recursos para programas prioritarios, solucionar problemas estructurales e identificar oportunidades de mejora en la administración pública.³

1.1.5.- Principales funciones y atribuciones

³ Es muy importante que la Auditoría Superior de la Federación sea consciente que el atender estas áreas estratégicas no signifique revisar siempre lo mismo ya que es de esta manera en como se llega al problema de contar con una “Estrategia Única” ocasionando que el otro Jugador (las entidades) logren encontrar un conjunto de mejores respuestas a la “Estrategia Única” el cual puede incluir a la “Mejor Respuesta”.

- Fiscalizar a posteriori, la gestión financiera gubernamental de manera anual; el cumplimiento de los objetivos contenidos en los programas federales; y los recursos federales que ejerzan las entidades federativas, los municipios y los particulares.
- Informar los resultados de la Cuenta Pública a la Cámara de Diputados
- Investigar actos u omisiones: todo aquello que implique irregularidad o conducta ilícita en el ingreso, egreso, manejo, custodia y aplicación de fondos y recursos federales.
- Determinar daños y perjuicios que afecten a la hacienda pública federal
- Fincar responsabilidades: indemnizaciones y sanciones pecuniarias.
- Concretar y celebrar convenios con las entidades federativas y organismos: participar en foros nacionales e internacionales
- Elaborar estudios relacionados con las materias de su competencia y publicarlos

1.1.6.- Sobre la Revisión de la Cuenta Pública

La ASF al tiene como una de sus atribuciones el revisar la Cuenta Pública y entregar un Informe de Resultados a la Cámara de Diputados tras finalizar la revisión.

La Cuenta de la Hacienda Pública Federal (Cuenta Pública) es: El Informe que los Poderes de la Unión y los entes públicos federales rinden de manera consolidada a través del Ejecutivo Federal, a la Cámara sobre su gestión financiera, a efecto de comprobar que la recaudación, administración, manejo, custodia y aplicación de los ingresos y egresos federales durante un ejercicio fiscal comprendido del 1º de enero al 31 de diciembre de cada año, se ejercieron en los términos de las disposiciones legales y administrativas aplicables, conforme a los criterios y con base en los programas aprobados.

Y estas revisiones se realizan mediante auditorías realizadas a las Entidades Fiscalizadas. La fiscalización de la Cuenta Pública que realiza la Auditoría Superior de la Federación se lleva a cabo de manera posterior al término de cada ejercicio fiscal; tiene carácter externo y por lo tanto se efectúa de manera independiente y autónoma de cualquier otra forma de control o fiscalización que realicen las instancias de control competentes.

1.1.6.1.- La revisión de la Cuenta Pública

La Cuenta Pública es un documento técnico que elabora el Poder Ejecutivo Federal para entregarlo a la H. Cámara de Diputados y que contiene información sobre el ejercicio fiscal de los tres Poderes de la Unión y de los órganos constitucionalmente autónomos. En otras palabras, presenta la contabilidad, las finanzas y el ejercicio del gasto de los programas públicos. Se basa en las partidas autorizadas en el Presupuesto de Egresos de la Federación.

De acuerdo con las últimas modificaciones constitucionales, el Poder Ejecutivo presenta la Cuenta Pública del ejercicio fiscal inmediato anterior el 30 de abril del año siguiente. Para efectuar la revisión de la Cuenta Pública, la Cámara de Diputados se apoya en la ASF, la que lleva a cabo la fiscalización superior de la misma. La ASF entrega el Informe del Resultado de la Revisión y Fiscalización Superior de la Cuenta Pública el 20 de febrero del año siguiente a la entrega de la Cuenta Pública por parte del Poder Ejecutivo.

Dada la magnitud del Presupuesto de Egresos de la Federación y la complejidad de las funciones gubernamentales que se llevan a cabo en el país a lo largo de un año, sería imposible revisar al detalle el cien por ciento de dichas operaciones dentro del periodo asignado por ley para la entrega del Informe de la Revisión de la Cuenta Pública. La práctica internacional vigente y las normas de auditoría recomiendan determinar una muestra representativa del universo de operaciones. La acción de la ASF está sujeta a principios de anualidad y posterioridad, que implican que sólo se revisa el ejercicio de recursos del año fiscal correspondiente a la Cuenta Pública en cuestión, y dicha fiscalización se lleva a cabo después de que estos recursos han sido ejercidos.

Para la realización de la Fiscalización Superior la Auditoría Superior de la Federación divide el proceso en varias etapas:

Etapa I. Planeación de auditorías.

El primer paso de la labor de fiscalización de la ASF consiste en identificar, “con estricto rigor metodológico”, a los objetos y sujetos a revisión. Los objetos a revisión hacen referencia a todos los programas, proyectos y partidas a las que se destina el pago público por fiscalizar. Los sujetos a revisión básicamente se dividen en cinco categorías:

1. Poder Legislativo
2. Poder Judicial
3. Poder Ejecutivo
 - a. Dependencias
 - b. Entidades coordinadas y no coordinadas sectorialmente
 - c. Órganos desconcentrados y autónomos
4. Estados y Gobierno del Distrito Federal
5. Otros, siendo generalmente Universidades Autónomas

Los sujetos a revisión son pues, todos aquellos entes que administraron y ejercieron recursos públicos federales. Dado que se trata de un universo extenso, deben seleccionarse a través de dos subprocesos: uno denominado “planeación genérica”, y otro, “planeación específica”.

1.1.6.1.1 Planeación Genérica

Consiste en el análisis de diversas variables macroeconómicas, hacendarias y programáticas a las que el marco de la planeación gubernamental se le atribuye carácter estratégico y prioritario, con el propósito de definir los ámbitos de actuación de la entidad fiscalización superior para un ciclo de revisión.

Durante la planeación genérica se identifican los conceptos, programas y proyectos políticos señalados en la Cuenta de la Hacienda Pública Federal que por su monto e impacto económico y social resultan ser los más representativos, en función de los objetivos y metas presentados “en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), en la Ley de Ingresos de la Federación (LIF), en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) y en los programas de los Poderes de la Unión y de los órganos constitucionalmente autónomos. Los responsables de ejecutar los apartados señalados en la planeación genérica, se identifican en la planeación específica, para finalmente programar a las entidades por fiscalizar ó auditar.

1.1.6.1.2 Planeación Específica

Se enfoca a la identificación de los potenciales sujetos y objetos de la revisión; la determinación y el registro de las propuestas de revisión; y la selección de aquellas que estarán incluidas en el Programa Anual de Auditorías para la Fiscalización, tiene como fin de las entidades fiscalizadas encargadas de ejecutar los programas prioritarios y/o estratégicos identificados en la planeación genéricas a las que resulta pertinente auditar. Paralelamente se lleva a cabo la ponderación de las áreas, las actividades, proyectos, rubros de ingreso y gasto más significativos.

De acuerdo con la normativa interna de la ASF, esta programación se realiza tomando en cuenta, con rigor metodológico, cuatro criterios de selección y tres reglas de decisión. Los primeros, se refieren básicamente, a:

- a) la representatividad del monto programado a fiscalizar ejercido por las entidades;⁴
- b) el análisis del cumplimiento de objetivos por parte de los programas y entes, conforme a lo “previsto y lo alcanzado, lo presupuestado y lo ejercido, así como la variación entre lo estimado y lo ejecutado presentado en la CHPF”;
- c) la identificación de “unidades administrativas, procesos, actividades o gastos presupuestales en los cuales, por la propia naturaleza o volúmenes de operaciones que se llevan a cabo [...] se observa una mayor incidencia de errores, omisiones e irregularidades, o bien, opacidad y discrecionalidad en el ejercicio de los recursos públicos”, y;
- d) la frecuencia con que se han revisado anteriormente así como los resultados obtenidos.

Las reglas de decisión, por su parte, aluden a la factibilidad con la que cuentan las auditorías programadas para realizarse, “en términos de tiempo, recursos humanos, financieros, materiales y económicos disponibles”; a la importancia que la auditoría realizada representará en términos económicos y sociales, y; a la pertinencia con que las posibles observaciones detectadas podrían contribuir con la mejora en la gestión gubernamental y en el uso de los recursos públicos. De esta manera, se utilizan sofisticadas técnicas de muestreo, con la finalidad de incrementar la eficacia y la eficiencia de la labor de la ASF.

Etapa II. Desarrollo de auditorías.

La segunda etapa inicia con la programación de las actividades, los procedimientos y los plazos de las auditorías a realizar, y termina con la ejecución y conclusión de las mismas. En este punto es necesario especificar los cinco tipos de auditorías que realiza la ASF:

- a) Auditorías de desempeño;
- b) Auditorías de regularidad;
- c) Auditorías especiales;
- d) Auditorías de seguimiento, y;
- e) Revisión de situaciones excepcionales

⁴ Aunque el monto forma parte de los cuatro criterios de selección no debe ser el factor fundamental para realizar o no una revisión, los criterios deben ponderarse en la medida de la forma más uniforme. Por otro lado si se tienen montos cercanos a cero para ciertos conceptos también es un foco de atención y debe valorarse tanto como los montos mayores.

Etapa III. Consolidación y publicación del Informe de Resultados (IR).

El IR es el conjunto de Informes de Auditorías realizados por las unidades auditoras, tras concluir la etapa II de su fiscalización.

Etapa IV. Seguimiento y Conclusión de observaciones-acciones.

Dentro de los lineamientos internos de la ASF se define 'seguimiento' como "el conjunto de actividades que se realizan para notificar y evaluar la procedencia de la documentación e información suministrada por las entidades fiscalizadas e instancias competentes con el propósito de atender o solventar las observaciones y registrar la información correspondiente". En este sentido, la cuarta etapa inicia con la notificación a los entes correspondientes sobre las observaciones-acciones publicadas en el IR.

En términos generales, el proceso continúa con la respuesta que por obligación, deben remitir a la ASF los entes contactados para atender el caso, y, finalmente, termina cuando la ASF, con base en un conjunto de criterios, da por concluido su seguimiento.

1.1.6.2. Tipos de Auditoría

Corresponde a la Identificación del tipo de Auditoría por practicar según el objeto y características de la revisión.

1.1.6.2.1 De Desempeño

Consiste en el examen objetivo, sistemático, multidisciplinario, propositivo, organizado y comparativo, tanto de las actividades gubernamentales enfocadas a la ejecución de una política pública general, sectorial o regional, como de aquellas inherentes al funcionamiento de los entes públicos federales, a nivel institucional, de programa, proyecto o unidad administrativa. Miden el impacto social de la gestión pública y comparan lo propuesto por las políticas públicas con lo realmente alcanzado. Dicho examen incluye la identificación de fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.

Los criterios de evaluación utilizados son la eficacia, eficiencia y economía, así como la calidad de los bienes y servicios, la satisfacción del ciudadano y el comportamiento de los actores, cuando ello resulta procedente. La intención es conocer si los entes públicos cumplieron con sus objetivos, metas y atribuciones, y si ejercieron sus recursos de acuerdo con la normativa y el propósito para el cual les fueron asignados.

El propósito de este tipo de evaluaciones es promover gestiones públicas responsables, honradas y productivas, fomentar la rendición de cuentas transparente y oportuna, impulsar la adopción de mejores prácticas y reforzar la actitud responsable de los servidores públicos. Sus resultados proporcionan una visión objetiva de la forma en que se llevan a cabo las tareas gubernamentales y aportan a los CC. Diputados Federales y a las entidades fiscalizadas, información, observaciones y recomendaciones para incrementar la calidad de los bienes y servicios que presta el sector público federal.

1.1.6.2.2 De Regularidad

1.1.6.2.2.1 Financiera y de Cumplimiento

Por cuanto hace a los ingresos, su finalidad es constatar la forma y términos en que éstos fueron recaudados, obtenidos, captados, registrados y administrados, así como verificar el cumplimiento de las disposiciones normativas aplicables. De manera particular, se revisa que los ingresos por concepto de impuestos, derechos, productos, aprovechamientos y aportaciones de seguridad social, al igual que sus accesorios denominados recargos, sanciones, gastos de ejecución e indemnización, se recaudaron y registraron en la forma y términos establecidos por las disposiciones normativas, y fueron presentados correctamente en el IAGF o en la Cuenta Pública. Asimismo, que los recursos obtenidos a través de financiamientos se contrataron, captaron y registraron de acuerdo con la legislación y normativa aplicable.

De resultar procedente, se verifica que los ingresos propios correspondieron a los valores y volúmenes vendidos o a los servicios prestados, y que las transferencias recibidas se registraron adecuadamente y se utilizaron para los fines autorizados.

En materia de egresos, el propósito es examinar que los recursos presupuestarios autorizados a las entidades fiscalizadas se aplicaron conforme al PEF en operaciones efectivamente realizadas, que fueron utilizados para el cumplimiento de las funciones y atribuciones conferidas, que su ejercicio se ajustó a las disposiciones normativas vigentes y que se registraron con base en los Postulados de Contabilidad aplicables a la naturaleza de las operaciones realizadas y al Clasificador por Objeto del Gasto.

Asimismo, se verifica que las modificaciones presupuestarias se encuentran respaldadas y que el gasto se ajustó a las medidas de austeridad, racionalidad y disciplina presupuestal, y en especial, se examina que las adquisiciones y contrataciones de bienes y servicios se efectuaron con arreglo a la legislación en la materia.

Se revisa que las operaciones fueron registradas con base en los manuales de contabilidad autorizados y que están soportadas con la documentación justificativa y comprobatoria correspondiente, la cual debe satisfacer los requisitos legales y normativos.

Con objeto de comprobar la existencia de los activos, se realizan inspecciones físicas de los bienes adquiridos y los inventarios en almacén, así como de su distribución y utilización; se constata documentalmente que los servicios fueron recibidos; y, en su caso, se realizan compulsas con los proveedores o prestadores de servicios, para confirmar que las operaciones correspondieron a las reportadas.

Respecto a los pasivos, se revisa que los estados financieros reflejen las obligaciones exigibles o contingentes a cargo de las entidades fiscalizadas.

1.1.6.2.2.2 De Inversiones Físicas (obras públicas o adquisiciones).

Su objetivo es constatar que las inversiones físicas realizadas para o por las entidades fiscalizadas fueron presupuestalmente aprobadas y que los recursos asignados fueron correctamente utilizados; que existieron los estudios y proyectos respectivos y que éstos fueron debidamente autorizados; que la contratación se sujetó a la normativa técnica y jurídica; que los costos fueron acordes con los bienes, servicios o volúmenes de obra ejecutada y con el tipo y calidad de material utilizado, y que coincidieron con los precios autorizados; y que la ejecución y entrega de las obras se ajustaron a lo previsto en las leyes y en los contratos respectivos.

Para llevar a cabo lo anterior, se realizan inspecciones físicas y pruebas técnicas.

1.1.6.2.2.3 De Sistemas.

Su finalidad es evaluar los sistemas y procedimientos utilizados; determinar que hayan sido adecuados y confiables en su diseño y operación, identificando sus atributos básicos de control interno y, en su caso, promover la incorporación de medidas correctivas.

Al practicar este tipo de auditorías se analizan, entre otros aspectos: los objetivos, políticas y procedimientos; se selecciona el proceso o sistema a revisar; se definen y aplican las rutinas de verificación; se identifican las deficiencias y los puntos de control; y se realizan las pruebas de cumplimiento a fin de evaluar su correcta operación.

1.1.6.2.2.4 A los Recursos Federales Ejercidos por Entidades Federativas y por Municipios.

El propósito de estas auditorías es verificar y evaluar de acuerdo con las facultades de la ASF, que los recursos públicos federales fueron recibidos por las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales del Distrito Federal, ya sea mediante reasignaciones hechas por las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal o a través del Ramo General 23 y 33, y que éstos se ejercieron y aplicaron de conformidad con lo dispuesto por la legislación y normativas aplicables.

Estas revisiones son practicadas por la ASF, o por las EFSL con base en los mecanismos de coordinación y convenios establecidos. Se enfocan sobre aspectos financieros, programáticos, presupuestales, de obra pública, entre otros.

1.1.6.2.2.5 Especial

Su objetivo consiste en revisar los procedimientos y acciones de la Administración Pública Federal para la creación y desincorporación, en sus diferentes modalidades, de empresas de participación estatal mayoritaria, fideicomisos y organismos descentralizados. También se analiza y evalúa la ejecución de programas de apoyo financiero, la canalización de recursos por la vía de subsidios y transferencias, el otorgamiento de permisos y concesiones para el desarrollo de programas o proyectos prioritarios y, eventualmente, problemas estructurales u operaciones singulares (atípicas) del Gobierno Federal.

El enfoque de este tipo de revisiones es múltiple y puede incluir auditorías financieras, de sistemas, o bien, ocuparse de la evaluación de aspectos o proyectos específicos o actividades

determinadas en la taxonomía establecida en los Lineamientos Técnicos de la Auditoría Especial de Desempeño, 1La Planeación (PA/LT/30/DP01).

1.1.6.2.2.6 Seguimiento

Su objetivo es constatar y evaluar las gestiones realizadas por las entidades fiscalizadas para atender las observaciones, recomendaciones y demás acciones emitidas por la ASF en ejercicios anteriores, a fin de fortalecer el control interno, evitar la recurrencia de errores y, en su caso, promover el fincamiento de responsabilidades ante las autoridades competentes.

Los procedimientos aplicados en este tipo de revisiones se basan fundamentalmente en el análisis de la información y documentación que presentan las entidades fiscalizadas y la verificación en campo de las medidas instrumentadas para corregir lo observado.

Para decidir las auditorías que se llevan a cabo La ASF sigue un riguroso proceso de planeación para determinar las áreas a ser fiscalizadas, con especial énfasis en los programas estratégicos. Tras un análisis macroeconómico, programático, presupuestal y financiero, se reconocen los sectores, ramos, funciones, subfunciones y programas estratégicos y prioritarios. Con la obtención de indicadores clave, se identifican sujetos y objetos de revisión, los cuales se ponderan mediante criterios como el interés camaral, la evaluación financiera, programática y presupuestal, la importancia de la acción institucional, las revisiones anteriores y la identificación de áreas de riesgo. Así, se obtiene una jerarquización que conforma un Programa Anual de Auditorías siguiendo los lineamientos de importancia, pertinencia y factibilidad.⁵

Es entonces cuando se efectúan las revisiones, de las cuales se derivan los informes, las observaciones y las acciones que son notificadas a los entes auditados, y que forman parte del Informe del Resultado de la Revisión de la Cuenta Pública. La Cámara de Diputados puede hacer sugerencias para incorporar revisiones en el Programa Anual de Auditorías; sin embargo, por su autonomía técnica y de gestión, la ASF es la que, en última instancia, decide las auditorías que se llevarán a cabo.

Entonces la ASF cuenta con aproximadamente 10 meses para realizar la revisión de la Cuenta Pública por lo que escoger las auditorías adecuadas es quizá el punto más importante en todo el proceso previo, durante y después de la revisión, de esto depende en gran medida el éxito de un buen ejercicio de la fiscalización superior. Debido a que la actividad fiscalizadora debe mejorar día a día es necesario aprender nuevas y mejores herramientas y habilidades, tanto para el proceso de planeación el cual ocurre antes de las auditorías como los demás procesos durante y después de éstas.

⁵ El método a proponer para la selección de estrategias puede aplicarse tanto para la selección de las entidades a revisar, es decir, se dividen a las entidades en sectores y se eligen las entidades a revisar por sector; también se puede utilizar el método para la selección de los conceptos a revisar por entidad una vez que estas se han elegido estas.

1.2.- Teoría de Juegos

1.2.1.- Historia de la Teoría de Juegos

La primera discusión conocida de la teoría de juegos aparece en una carta escrita por James Waldegrave en 1713. En esta carta, Waldegrave proporciona una solución minimax de estrategia mixta a una versión para dos personas del juego de cartas le Her. Sin embargo no se publicó un análisis teórico de teoría de juegos en general hasta la publicación de *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, de Antoine Augustin Cournot en 1838. En este trabajo, Cournot considera un duopolio y presenta una solución que es una versión restringida del equilibrio de Nash.

Aunque el análisis de Cournot es más general que el de Waldegrave, la teoría de juegos realmente no existió como campo de estudio aparte hasta que John von Neumann publicó una serie de artículos en 1928.

Los fundamentos de la Teoría de Juegos fueron establecidos por John von Neumann en 1928, y expuestos en el libro *Theory of Games and Economic Behavior*, que publicó junto a Oskar Morgenstern en 1944. Esta nueva teoría pone de manifiesto que los acontecimientos de las ciencias sociales pueden ser descritos mediante modelos tomados de los juegos de estrategia con una mayor riqueza que a través de modelos creados en su día para las ciencias físicas, pues los agentes actúan a veces contra otros para la consecución de sus objetivos.

Este trabajo contiene un método para encontrar soluciones óptimas para juegos de suma cero de dos personas. Durante este período, el trabajo sobre teoría de juegos se centró, sobre todo, en teoría de juegos cooperativos. Este tipo de teoría de juegos analiza las estrategias óptimas para grupos de individuos, asumiendo que pueden establecer acuerdos entre sí acerca de las estrategias más apropiadas.

Alrededor de esta misma época, John Nash desarrolló una definición de una estrategia óptima para juegos de múltiples jugadores donde el óptimo no se había definido previamente, conocido como equilibrio de Nash. Este equilibrio es suficientemente general, permitiendo el análisis de juegos no cooperativos además de los juegos cooperativos.

La teoría de juegos experimentó una notable actividad en la década de 1950, momento en el cual los conceptos base, el juego de forma extensiva, el juego ficticio y los juegos repetitivos fueron desarrollados. Además, en ese tiempo, aparecieron las primeras aplicaciones de la teoría de juegos en la filosofía y las ciencias políticas.

La teoría de juegos es el estudio de problemas de decisión multipersonales. Tales problemas se plantean frecuentemente en economía. Como es bien sabido, por ejemplo, en situaciones de oligopolio se dan problemas de este tipo donde cada empresa debe tener en cuenta lo que pueden hacer las demás. Pero muchas otras aplicaciones de teoría de juegos surgen en campos ajenos a la organización industrial. A nivel microeconómico, muchos modelos de intercambio “como de negociación y de subasta” utilizan teoría de juegos. A un nivel de agregación intermedio,

y en el campo de la economía laboral o de la economía financiera se utiliza la teoría de juegos en modelos de comportamiento de las empresas en los mercados de factores o para dilucidar problemas de decisión multipersonales dentro de ellas: varios trabajadores compitiendo por un ascenso, varios departamentos compitiendo por unos mismos recursos.

Finalmente al nivel más alto de agregación, en el campo de la economía internacional, se utiliza en modelos en los que los países compiten “coluden” en sus decisiones arancelarias y, en general, en una política económica exterior; o en macroeconomía, para analizar los resultados de la política monetaria cuando el gobierno y los agentes que determinan los salarios o los precios se comportan estratégicamente.

Desarrollada en sus comienzos como una herramienta para entender el comportamiento de la economía, la teoría de juegos se usa actualmente en muchos campos, desde la biología a la filosofía. Experimentó un crecimiento sustancial y se formalizó por primera vez antes de la Guerra Fría, debido sobre todo a su aplicación a la estrategia militar (en particular a causa del concepto de destrucción mutua garantizada).

A raíz de juegos como el dilema del prisionero⁶, en los que el egoísmo generalizado perjudica a los jugadores, la teoría de juegos se ha usado en Economía, Ciencia Política, Ética y Filosofía. Finalmente, ha atraído también la atención de los investigadores en informática, usándose en inteligencia artificial y cibernética.

Aunque tiene algunos puntos en común con la teoría de la decisión (la cual estudia el comportamiento y fenómenos psíquicos de aquellos que toman las decisiones) la teoría de juegos estudia decisiones realizadas en entornos donde interaccionan varios participantes.

En otras palabras, estudia la elección de la conducta óptima cuando los costos y los beneficios de cada opción no están fijados de antemano, sino que dependen de las elecciones de otros individuos. Como en el caso del dilema del prisionero el cual tiene muchas implicaciones para comprender la naturaleza de la cooperación humana o en su caso la falta de esta.

La fiscalización superior de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal puede verse como un juego en donde existen dos jugadores principales: Jugador 1: Fiscalizador y Jugador 2: Fiscalizado, donde cada uno elige sus estrategias de “ataque” y “defensa” esperando con esto conseguir las mejores ganancias. Sin embargo si el Fiscalizador mantiene una “*estrategia única*” para “atacar” a los Fiscalizados estos últimos pueden llegar a “defenderse” con gran éxito debido a que el Fiscalizador los ataca de la misma manera.

⁶ Dos individuos que realizan un atraco a un banco son capturados por la policía. Sin embargo, no existen pruebas de que asaltaron al banco. Entonces la única forma de condenarlos por el asalto es hacer que se inculpen mutuamente. Si ninguno de ellos inculpa al otro, la condena será sólo por una infracción menor (por ejemplo, por el hecho de portar armas ilegalmente) a un cierto tiempo de cárcel, por ejemplo un año. Si ambos confiesan, recibirán la pena de 10 años de cárcel cada uno. Si uno confiesa (incluso aportando pruebas para condenar al otro) y por su parte el otro no confiesa, aquel que confiesa saldrá en libertad y aquel que no confiesa recibirá la máxima pena de 15 años de cárcel, por el delito de asalto. El dilema de cada prisionero es si le conviene o no confesar.

A toda situación en la cual al menos uno de los jugadores actúa con el fin de maximizar sus utilidades a través de anticipar las acciones de los otros jugadores sea de manera consciente o no se le llama "juego". Si todos los jugadores tienen acciones óptimas, sin importar las decisiones que los otros jugadores tomen los escenarios se pueden modelar sin necesidad de la teoría de juegos, esto en situaciones como un monopolio donde un jugador domina todo y los otros jugadores nada pueden hacer o en una competencia perfecta donde ningún jugador puede realizar ni menos ni más de lo que viene realizando.

Los juegos se clasifican en muchas categorías que determinan qué métodos particulares se pueden aplicar para resolverlos; estos tipos se pueden dividir en 2 clases: Cooperativos y No Cooperativos.

Los Juegos cooperativos los forman los juegos de forma Coalicional, es decir buscar entre los jugadores las acciones que les resulten en el mejor beneficio común; pueden cooperar todos los integrantes del juego o formar pequeñas coaliciones para enfrentarse ya sea a otra coalición o contra un jugador fuerte que de enfrentarlo por separado les ocasionaría utilidades menores y/o que el jugador más fuerte siempre gane el juego.

Se caracterizan por la utilización de estrategias en las cuales no existe el antagonismo y, por el contrario, las estrategias que son utilizadas mejoran la situación de los participantes del juego hasta alcanzar una situación en la cual no es posible mejorar el bienestar de alguno de los participantes sin que se perjudique a otro.

Esta clase de juegos no se estudia en esta tesis, ya que no es y nunca debe ser la forma en que el juego entre el Jugador Fiscalizador y el Jugador Fiscalizado se juegue, de ser el caso, la Auditoría Superior de la Federación incurrirá en un acto de corrupción y colusión con su rival lo que solo provoca mayor corrupción y menor transparencia provocando una débil rendición de cuentas.

En cuanto a la otra clase de juegos, los No Cooperativos donde los jugadores buscan su propio beneficio a expensas de los demás jugadores, incluyen diversos tipos de desarrollo del mismo: forma extensiva, estratégica, gráfica, etcétera Se explica la forma en que el juego entre el jugador fiscalizador y el fiscalizado se desarrolla para estos tipos.

Otra clasificación de tipo de juegos se divide según la cantidad de periodos, es decir el número de ocasiones en que el juego se repite. En los juegos no repetidos, el juego se lleva a cabo una sola ocasión en la que pueden tomar una o más decisiones a lo largo del desarrollo del juego. En los juegos recursivos o repetidos, el periodo de análisis está compuesto por varios periodos de tiempo o incluso por periodos infinitos.

Generalmente los jugadores analizan las jugadas de los otros jugadores y reaccionan estratégicamente ya sea en el mismo periodo o en el siguiente, analizando las jugadas pasadas. Esto permite que los jugadores premien o penen a otros jugadores de acuerdo a sus jugadas pasadas. Los juegos recursivos son muy útiles para analizar muchas situaciones de la economía.

Algunas definiciones básicas en la teoría de juegos son:

Representación en forma normal:

La representación en forma normal de un juego con n jugadores especifica los espacios de estrategias de los jugadores S_1, \dots, S_n y sus funciones de ganancias u_1, \dots, u_n . Se denota este juego con $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$.

Estrategia estrictamente dominada

En el juego en forma normal $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$, sean s_i' y s_i'' posibles estrategias del jugador i (por ejemplo, s_i' y s_i'' son elementos de S_i). La estrategia s_i' está *estrictamente dominada* por la estrategia s_i'' si para cada combinación posible de las estrategias de los restantes jugadores la ganancia de i por utilizar s_i' es estrictamente menor que la ganancia de i por utilizar s_i'' :

$$u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s_i', s_{i+1}, \dots, s_n) < u_i(s_1, \dots, s_{i-1}, s_i'', s_{i+1}, \dots, s_n)$$

para cada $(s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_n)$ que puede ser construida a partir de los espacios de estrategias de los otros jugadores $S_1, \dots, S_{i-1}, S_{i+1}, \dots, S_n$.

Equilibrio de Nash

Una manera de fundamentar la definición del equilibrio de Nash en el argumento de que si la teoría de juegos ofrece una solución la cual puede no ser única a un determinado problema, esta solución debe ser un equilibrio de Nash en el siguiente sentido: Supongamos que la teoría de juegos hace una única predicción sobre las estrategias elegidas por los jugadores. Para que esta predicción sea correcta es necesario que cada jugador esté dispuesto a elegir la estrategia predicha por la teoría. La estrategia predicha de cada jugador debe ser la mejor respuesta de cada jugador a las estrategias predichas de los otros jugadores. Tal predicción puede denominarse *estrategia estable* o *self-enforcing*, puesto que ningún jugador va a querer desviarse de la estrategia predicha para él. Llamaremos a tal predicción equilibrio de Nash.

En el juego de forma normal de n jugadores, $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$, las estrategias (s_1^*, \dots, s_n^*) forman un *equilibrio de Nash* si, para cada jugador i , s_i^* es la mejor respuesta del jugador i (o al menos una de ellas) a las estrategias de los otros $n-1$ jugadores $(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*)$:

$$u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \geq u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*)$$

Para cada posible estrategia s_i en S_i , esto es, s_i^* es una solución de

Ejemplo:

(Juego finito)

Dos jugadores tienen que elegir un número entre 0 y 5 cada uno, el jugador que elija el número mayor tendrá que pagar \$1 al otro jugador.

Los espacios de estrategias para los jugadores son:

$$S_1 = (0, 1, 2, 3, 4, 5)$$

$$S_2 = (0, 1, 2, 3, 4, 5)$$

La función de ganancias para cada jugador es:

$$u_1 = (1, \text{ si } s_1 \leq s_2; -1, \text{ si } s_1 > s_2; 0, \text{ si } s_1 = s_2)$$

$$u_2 = (1, \text{ si } s_2 \leq s_1; -1, \text{ si } s_2 > s_1; 0, \text{ si } s_2 = s_1)$$

El juego se representa de la siguiente manera:

$$G = \{S_1, S_2; u_1, u_2\}$$

La matriz de pagos vista para el jugador 1 es:

	0	1	2	3	4	5
0	0	1	1	1	1	1
1	-1	0	1	1	1	1
2	-1	-1	0	1	1	1
3	-1	-1	-1	0	1	1
4	-1	-1	-1	-1	0	1
5	-1	-1	-1	-1	-1	0

Para ambos jugadores, la estrategia que es la mejor respuesta a la estrategia que pueda usar el otro jugador es $s_i = 0$, ya que si algún jugador elige una $s_i > 0$, su utilidad puede verse disminuida si el otro jugador elige un $s_i^* < s_i$.

Por lo tanto, este juego tiene equilibrio de Nash el cual es (0,0).

Estrategias Mixtas

En el juego en forma normal $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$ supongamos que $S_i = \{s_{i1}, \dots, s_{iK}\}$

en este caso para el jugador i una *estrategia mixta* es una distribución de probabilidad $p_i = (p_{i1}, \dots, p_{iK})$, donde $0 \leq p_{ik} \leq 1$ para $k = 1, \dots, K$ y $p_{i1} + \dots + p_{iK} = 1$

Equilibrio de Nash para dos jugadores

En el juego en forma normal de dos jugadores $G = \{S_1, S_2; u_1, u_2\}$ las *estrategias mixtas* (p_1^*, p_2^*) forman un *equilibrio de Nash* si la *estrategia mixta* de cada jugador es una mejor respuesta a la *estrategia mixta* del otro jugador.⁷

Teorema (Nash (1950))

En el juego en forma normal $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$ si n es un número finito y S_i es finito para cada i , existe al menos un equilibrio de Nash, que posiblemente incluye estrategias mixtas.

⁷ No es la intención de esta tesis encontrar un Equilibrio de Nash para dos jugadores con el uso de estrategias mixtas.

2.- Objetivos

- Realizar un estudio que permita conocer la manera en cómo se lleva a cabo el Juego de la Fiscalización tomando en cuenta los diferentes tipos de juegos; estáticos, dinámicos, con información completa, etcétera y comprobar que el uso de una *“Estrategia Única”* por parte del Jugador Fiscalizador es una estrategia desfavorable y aunque en un principio resulte la ganadora al repetirse el juego el Jugador Fiscalizador puede encontrar la manera de revertir la situación a su favor.
- Utilizar el Juego por Objetivos como modelo para realizar la selección de las estrategias mixtas y que dichas estrategias presenten valores esperados mayores a los propios de una *“Estrategia Única”*.
- Fomentar el uso de estrategias mixtas (estrategias adicionales) por parte del Jugador Fiscalizador para utilizar contra el Fiscalizado mediante el uso de la Teoría de Juegos y de esa manera evitar que las entidades fiscalizadas obtengan ganancias mayores al utilizar una estrategia que sea la *“mejor respuesta”* a la *“estrategia única”*.

3.- El Juego de la Fiscalización

3.1 Establecimiento del Juego

En el juego intervienen dos jugadores, Jugador Fiscalizador y Jugador Fiscalizado. El Jugador Fiscalizador es el órgano fiscalizador del país es decir la Auditoría Superior de la Federación y el Jugador Fiscalizado son las dependencias, entes u organismos a revisar.

A pesar de que ambos jugadores se conforman de varios integrantes se considera que un sólo jugador toma las decisiones de las diferentes áreas del fiscalizador y otro toma las decisiones de todos los entes.

El Jugador Fiscalizado tiene un número determinado de programas a revisar, sea este número K , los cuales manejan dos conceptos principales: unidades monetarias y atributos; para cada uno de estos programas el Jugador Fiscalizador puede actuar de forma opaca o transparente. El Jugador Fiscalizado solo tiene medios para revisar un número N de programas. Si revisa y descubre un rubro que actúa de manera opaca se dice que obtiene un hallazgo⁸. Se desea obtener la estrategia óptima para el Jugador Fiscalizador si este desea maximizar sus hallazgos.

Las estrategias del Jugador Fiscalizado se pueden ver de la siguiente manera:

Se crean n conjuntos de programas a revisar con las características deseadas, donde cada conjunto puede contener programas de otros conjuntos, de manera que se tiene lo siguiente

e_1 = Revisar el Conjunto de Programas 1

e_2 = Revisar el Conjunto de Programas 2

.

.

e_n = Revisar el Conjunto de Programas n

De manera similar el Jugador Fiscalizado creará distintos conjuntos de actuación para cada programa, en donde seleccionara ser o no opaco. Dado que tiene k programas y tiene dos posibilidades de actuación (ser opaco, ser transparente) el Jugador Fiscalizado tendrá 2^{k-1} estrategias las cuales van desde ser transparente en todos los programas hasta actuar con opacidad en todos ellos.

⁸ También se considera hallazgo cuando el Jugador Fiscalizador revisa y determina que el Jugador Fiscalizado actuó de manera transparente, sin embargo no se considera hallazgo cuando no se revisa un programa aún cuando el Jugador Fiscalizado no haya actuado con opacidad debido a que esto no lo puede determinar el Fiscalizador.

$f_1 =$ Actuar de manera transparente en todos los programas

.

.

$f_{2k+1} =$ Actuar de manera opaca en todos los programas

Dependiendo de las estrategias utilizadas por ambos jugadores se obtiene la ganancia o utilidad. Las utilidades para los jugadores dependen además de la estrategia seleccionada, de que se descubra lo que se piensa inspeccionar en dicha estrategia⁹.

La utilidad máxima que puede conseguir el Jugador Fiscalizador es N, en caso que revise y descubra ya sea que existió opacidad o no en los programas revisados y la utilidad mínima es cero para el caso en que no descubra nada.

La utilidad máxima que puede conseguir el Jugador Fiscalizado es K, en caso de que actúe de manera opaca en los K programas y el Jugador Fiscalizador no descubra nada en las N auditorías que realiza., la utilidad mínima es cero en caso de actuar con transparencia en los K programas.

De esta manera tanto el Jugador Fiscalizador como el Jugador Fiscalizado eligen sus estrategias para actuar esperando obtener la utilidad máxima, la elección de estas estrategias está determinada por factores que ambos jugadores tienen que cumplir¹⁰, asimismo uno de los jugadores puede tener información sobre qué tipo de estrategias utiliza el otro jugador lo cual le da una ventaja en el desarrollo del juego, o bien, ambos jugadores juegan “a ciegas” por lo que no existe ventaja alguna para ninguno de los jugadores, en este caso la estrategia de seguridad para los jugadores es utilizar las estrategia que sean el *minimax* y el *maximin* siempre y cuando ambos conozcan tanto la función de utilidad de pagos propia como la del otro jugador¹¹.

Ejemplo:

Se va a llevar a cabo la revisión de la cuenta pública del año 2010.

Tanto el Jugador Fiscalizador como el Fiscalizado cuentan con 4 estrategias cada uno:

$$e_j = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$$

⁹ Como se verá más adelante las estrategias se seleccionan con base en el valor esperado de lo que el jugador fiscalizador cree que va a obtener si logra descubrir al jugador fiscalizado y en su caso que la utilidad sea un valor cercano al que ha predicho, es decir, que el jugador fiscalizado se ha comportado de una forma similar a la que el Fiscalizador piensa que lo hace.

Para el caso del Jugador Fiscalizado, este puede elegir sus estrategias del mismo modo, o bien tener otra manera de actuar al momento de elegir las.

¹⁰ Se detallan más adelante.

¹¹ Lo que no necesariamente ocurre en este juego.

$$f_i = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$$

La utilidad total es $u_t = 10$

La matriz de pagos*¹² es de la forma:

$$\begin{pmatrix} 3,7 & 7,3 & 2,8 & 0,10 \\ 6,4 & 3,7 & 4,6 & 1,9 \\ 4,6 & 5,5 & 3,7 & 8,2 \\ 5,5 & 0,10 & 8,2 & 6,4 \end{pmatrix}$$

Si esta matriz es conocida por ambos jugadores, al utilizar las estrategias *minimax* y *maximin*, daría como resultado la pareja de estrategia $\{e_3, f_1\}$, es decir, el pago para los jugadores es: 4 para el Jugador Fiscalizador y 6 para el Fiscalizado, ya que si alguno de ellos decide usar otra estrategia distinta al del Equilibrio de Nash, podría ver disminuida su ganancia.

$$\begin{pmatrix} 3,7 & 7,3 & 2,8 & 0,10 \\ 6,4 & 3,7 & 4,6 & 1,9 \\ \mathbf{4,6} & 5,5 & 3,7 & 8,2 \\ 5,5 & 0,10 & 8,2 & 6,4 \end{pmatrix}$$

Por ejemplo, si el Jugador Fiscalizado decide cambiar su estrategia a f_4 con la idea de aspirar a una utilidad de 10 si el Fiscalizador elige e_1 ó de 9 si elige e_2 , puede ver disminuida su ganancia de 6, si la estrategia e_3 sigue siendo utilizada por el Jugador Fiscalizador.

No obstante la matriz de pago que resulta del procedimiento a desarrollar solo considera valores esperados sobre las ponderaciones que se utilizan para crear dicha matriz.

3.2 La "Estrategia única"

En la Teoría de Juegos, los jugadores que intervienen en el juego cuentan con un número de estrategias a utilizar y dependiendo del tipo de juego y del tipo de jugador o jugadores contra el que se deben enfrentar elijen su o sus estrategias, aún cuando no sean las estrategias que mejores beneficios les otorgan.

Lo más importante al elegir una estrategia para "atacar" a otro jugador es evitar en la medida de lo posible que la estrategia elegida sea contrarrestada por la forma en que el otro jugador se defiende (o ataca), lo que provoca que la utilidad solo sea favorable para el otro jugador.

Se puede dar el caso en donde uno o más de los jugadores siempre elijan la misma estrategia, ya sea porque es la dominante o simplemente el jugador quiere actuar así. A modo de simplificar y al ser la manera como se realiza el estudio se analiza la situación siguiente para dos jugadores:

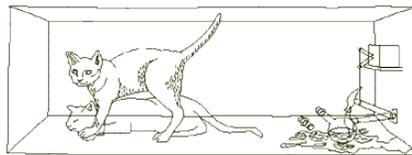
"ADIVINANDO EL RESULTADO FINAL EN EL GATO DE SCHRÖDINGER"

¹² Matriz de pagos calculada por el Jugador Fiscalizador con base en la manera en la que cree que el Jugador Fiscalizado va a actuar tomando en cuenta que se descubra a este último.

Cuando se habla del “gato de Schrödinger” se está haciendo referencia a una paradoja que surge de un célebre experimento imaginario “Hasta que PETA así lo deseé” propuesto por Edwin Schrödinger en el año 1937 para ilustrar las diferencias entre interacción y medida en el campo de la mecánica cuántica.

El experimento mental consiste en imaginar a un gato metido dentro de una caja que también contiene un curioso y peligroso dispositivo. Este dispositivo está formado por una ampolla de vidrio que contiene un veneno muy volátil y por un martillo sujeto sobre la ampolla de forma que si cae sobre ella la rompe y se escapa el veneno con lo que el gato muere. El martillo está conectado a un mecanismo detector de partículas alfa; si llega una partícula alfa el martillo cae rompiendo la ampolla con lo que el gato muere, por el contrario, si no llega no ocurre nada y el gato continua vivo.

Cuando todo el dispositivo está preparado, se realiza el experimento. Al lado del detector se sitúa un átomo radiactivo con unas determinadas características: tiene un 50% de probabilidades de emitir una partícula alfa en una hora. Evidentemente, al cabo de una hora habrá ocurrido uno de los dos sucesos posibles: el átomo ha emitido una partícula alfa o no la ha emitido “la probabilidad de que ocurra una cosa o la otra es la misma”. Como resultado de la interacción, en el interior de la caja, el gato está vivo o está muerto. Pero no podemos saberlo si no la abrimos para comprobarlo.



Si lo que ocurre en el interior de la caja lo intentamos describir aplicando las leyes de la mecánica cuántica, llegamos a una conclusión muy extraña. El gato viene descrito por una función de onda extremadamente compleja resultado de la superposición de dos estados combinados al cincuenta por ciento: “gato vivo” y “gato muerto”. Pero, ¿qué ha ocurrido? Al realizar la medida, el observador interactúa con el sistema y lo altera, rompe la superposición de estados y el sistema se decanta por uno de sus dos estados posibles.

El juego va a consistir en tratar de adivinar el estado en que se encuentra el gato, cada uno de los jugadores apuesta \$1, el que adivine el resultado obtiene \$1 del otro jugador, si los jugadores atinan al resultado el juego se les devuelve su apuesta, si los dos fallan, los dos pierden su apuesta. Ahora bien, si este juego tuviera la peculiaridad de que cada jugador elige siempre el mismo estado del gato, juego tras juego se tiene lo siguiente:

$$S_1 = \{Vivo, Muerto\}$$

$$S_2 = \{Vivo, Muerto\}$$

$u_1 = \{1 \text{ si atina y Jugador 2 falla}; 0 \text{ si ambos atinan}; -1 \text{ si falla y Jugador 2 atina}\}$

$u_2 = \{1 \text{ si atina y Jugador 1 falla}; 0 \text{ si ambos atinan}; -1 \text{ si falla y Jugador 1 atina}\}$

Supongamos que se tiene el siguiente escenario (el cual se repite juego tras juego)

Jugador 1: Dice vivo.

Jugador 2: Dice muerto.

Sea p la probabilidad de que el gato este vivo y $1-p$ la probabilidad de que el gato este muerto, entonces dependiendo de los valores de p (el cual cambia en cada etapa del juego) alguno de los dos jugadores tiene una cierta ventaja sobre el otro jugador:

$$\begin{aligned} E(\text{Jugador 1}) &= 1(p) + 0(1-p) = p \\ E(\text{Jugador 2}) &= 1(1-p) + 0(p) = 1-p \end{aligned}$$

si $1 > p > 0.5$

$$E(\text{Jugador 1}) > E(\text{Jugador 2})$$

Si $0 < p < 0.5$

$$E(\text{Jugador 1}) < E(\text{Jugador 2})$$

Sí el gato tiene una probabilidad de 0.5 de estar vivo y una probabilidad de 0.5 de estar muerto, entonces ambos jugadores tienen la misma probabilidad de ganar o perder en el juego y su valor esperado es el mismo:

$$\begin{aligned} - \quad E(\text{Jugador1}) &= 1(P(\text{vivo})) + 0(P(\text{muerto})) = 1(0.5) + 0(0.5) = 0.5 \\ - \quad E(\text{Jugador2}) &= 0(P(\text{vivo})) + 1(P(\text{muerto})) = 0(0.5) + 1(0.5) = 0.5 \end{aligned}$$

Por lo que

$$E(\text{Jugador1}) = E(\text{Jugador2})$$

Ambos jugadores cuentan con una “Estrategia única”, sin embargo no se ven afectados por ésta, el problema existe cuando se desarrolla un juego de la siguiente manera:

El Jugador 1: Solo puede seleccionar una de las dos opciones (vivo o muerto) durante todo el juego que se repite n veces (por lo cual hay n gatos).

El Jugador 2: Al cual le corresponde el otro estado del gato para todo el juego, pero además es el dueño de la caja (y que esto puede no saberlo el jugador 1), tiene un control el cual ocasiona que el martillo detecte la partícula alfa ocasionando la muerte del gato o que desactive el mecanismo de detección y el gato sobreviva siempre, dependiendo el estado del gato que le convenga.

De esta manera el jugador 2 al ver saber el escenario que elige el Jugador 1 juego tras juego, activa o desactiva el mecanismo a su conveniencia. De modo que la probabilidad de que el Jugador 1 gane el juego es 0 y la probabilidad que el jugador 2 gane el juego es 1, los valores esperados son:

Si el Jugador 1 tiene que decir vivo

$$E(\text{Jugador1}) = 1(P(\text{vivo})) + 0(P(\text{muerto})) = 1(0) + 0(1) = 0$$

$$E(\text{Jugador2}) = 0(P(\text{vivo})) + 1(P(\text{muerto})) = 0(0) + 1(1) = 1$$

Si el Jugador 1 tiene que decir muerto

$$E(\text{Jugador1}) = 0*(P(\text{vivo})) + 1*(P(\text{muerto})) = 0*(1) + 1*(0) = 0$$

$$E(\text{Jugador2}) = 0*(P(\text{vivo})) + 1*(P(\text{muerto})) = 1*(1) + 0*(0) = 1$$

Por lo tanto

$$0 = E(\text{Jugador1}) < E(\text{Jugador2}) = 1$$

Debido a que el jugador 1 siempre elige sólo un estado (lo que sería similar a utilizar una “*estrategia única*” del espacio de estrategias) el cual es conocido por el Jugador 2 antes de comenzar el juego, el Jugador 2 adoptará su “*estrategia única**” sin embargo esta “*estrategia única**” es la “*mejor respuesta*” a la “*estrategia única*” del Jugador 1.

Inconscientemente el Jugador 1 actúa de forma No Racional, es decir, utiliza estrategias que están estrictamente dominadas por las estrategias del Jugador 2. En este caso su “*estrategia única*” está estrictamente dominada por la “*estrategia única**” o “*mejor respuesta*” del jugador 2.

Aunque en principio la “*estrategia única*” tenga una función de ganancias mayor sí el juego se lleva a cabo varias veces se ve perdida la ventaja que se tiene debido a que el otro jugador terminará contrarrestando la “*estrategia única*” al utilizar la “*mejor respuesta*”, o al menos una mejor respuesta que la “*estrategia única*”.

Un ejemplo muy claro de esto se pudo apreciar en la definición de penales del mundial de 2006:

“Un papelito fue el secreto alemán para vencer a Argentina por penales”

Los alemanes estudiaron durante los últimos tres años cómo pateaban los argentinos. En la definición del viernes, el arquero alemán tenía un papel en su media derecha donde decía hacia dónde debía arrojarlo.

...

Mientras los alemanes se prepararan para los penales, el cuerpo técnico le entregó un pedazo de papel a Lehmann. En la hoja estaban escritos los nombres de los argentinos que patearían los penales y la dirección hacia la que usualmente los ejecutan, dice la agencia de noticias AP.

Lehmann atajó los disparos de Roberto Ayala y Esteban Cambiasso, en ambos acertando el lado al que los patearían, y casi detiene los otros dos que Argentina ejecutó.

...

Además, sostuvieron que habían estudiado detenidamente todos los penales argentinos en los últimos tres años.

"Lehmann sabía quién tira arriba a la izquierda, o quién abajo a la derecha, todo, sólo hacía falta conocer quiénes iban a ser los cinco que había determinado Pekerman", manifestó Koepke a la agencia DPA.

...

"Nuestro arquero recibió información muy detallada. Se le dijo quien usualmente patea los penales en el equipo argentino, se le mostraron videos de todos los penales que patearon en los dos últimos años, quien los pateó, si lo patearon a la izquierda o la derecha. Es muy importante para el equipo agregó Bierhoff".

Los alemanes observaron la estrategia que utilizaban los argentinos al cobrar penales, por lo que al conocer su "estrategia única" les fue más fácil utilizar estrategias que son una "mejor respuesta" a la "estrategia única" aumentando considerablemente su valor esperado.

En este caso los alemanes pasaron de una estrategia mixta, la cual se puede reducir a dos estrategias puras: Ir a la Izquierda, Ir a la Derecha, a una "estrategia única*" que es la mejor respuesta a la "estrategia única" de los argentinos, y se puede reducir a: Ir hacia donde el jugador argentino siempre tira, la cual es claramente una estrategia ganadora. Para los argentinos que siempre utilizaban una "estrategia única" la cual en un principio resultaba en una estrategia ganadora al utilizarla siempre fue detectada y contrarrestada por los teutones. Este tipo de juego se considera de información incompleta ya que los argentinos desconocían el hecho de que los alemanes tenían conocimiento de su estrategia.

Tras lo sucedió los equipos de fútbol aprendieron (aún de manera inconsciente) que deben usar estrategias mixtas a la hora de cobrar penales ya que el usar una "estrategia única" beneficia al otro equipo el cual sabe contrarrestarla. Es muy importante el uso de las estrategias mixtas ya que si un jugador que se presente en esta situación cambia de "estrategia única" por "otra estrategia única", por ejemplo, si los argentinos cambian a la estrategia "tirar al lado contrario al que se hacía hasta antes de perder contra los alemanes" los demás equipos los volverán a contrarrestar.

La solución a este problema es utilizar una combinación entre las dos estrategias, su "estrategia única" y su nueva estrategia "tirar al lado contrario al que se hacía hasta antes de perder contra los alemanes", o añadir nuevas estrategias a éstas dos.

En general la solución al problema en donde a un jugador que utiliza su "estrategia única" es que incluya nuevas estrategias y las juegue con la mejor combinación posible.

De lo anterior se pueden concluir que ningún jugador va a participar en un juego en donde solo pueda escoger una estrategia y que esta no es la ganadora la mayor parte de las veces que el juego se lleva a cabo ya que ningún jugador está dispuesto a obtener ganancias negativas, y además que ningún jugador va a utilizar siempre la misma “*estrategia única*”, sin embargo en algunas situaciones sociales los jugadores se ven obligados a participar en este tipo de juegos o ellos mismos participan sabiendo el riesgo que esto conlleva como jugar en un casino, donde la “Casa” siempre lleva las de ganar en todos los juegos, en ningún juego existe ventaja para el jugador, aún con todo este conocimiento al jugador parece no importar el hecho que en conjunto va a perder más dinero del que le pueden ganar al casino y que sus ganancias a la larga siempre son menores (negativas).

Esta decisión de jugar este tipo de juegos se debe al libre albedrío de las personas (jugadores). Pero existen juegos en los que uno de los jugadores se ve obligado a jugar, este tipo de juegos es más visto en el ámbito político y económico en donde a pesar que los jugadores tienen desventaja son forzados a participar por lo cual resultaría absurdo si además de estar obligados a participar utilizan una sola “*estrategia única*” que sea la más desfavorable o alguna de las más desfavorables que se pueda utilizar.

3.2.1 “Estrategia única” de los fiscalizadores

Al igual que en los casos de los juegos de “Adivinando el resultado final del gato de Schrödinger” y “lo sucedido en los Cuartos de Final del mundial del 2006”, donde se vio que usar una “*estrategia única*” llega a ser desfavorable, para el caso de los órganos fiscalizadores puede ocurrir un caso similar:

¿Qué pasa si los órganos fiscalizadores actúan siempre de la misma forma?

La respuesta es que los órganos fiscalizados terminan encontrando una “*estrategia única**” la cual puede ser vista como la “*mejor respuesta*” o al menos una de las mejores respuestas a la utilizada por los fiscalizadores ocasionando que las ganancias de este último sean cada vez menores al grado de que estas sean cero es decir que todas las ganancias sean para el jugador fiscalizado.

La obligación del Jugador Fiscalizador es revisar que el Jugador Fiscalizado trabaje conforme a las Leyes y Reglamentos aplicables a él, pero el Jugador Fiscalizado trata, en su caso, de eludir dichas normas para obtener un beneficio por lo que procura utilizar estrategias que contrarrestan las estrategias del Jugador Fiscalizador y de esa forma evitar ser detectado.

Si el Jugador Fiscalizador siempre usa la misma estrategia, aunque en un principio se considere la óptima, o al menos una de las mejores estrategias que puede usar y con la cual se obtienen las mayores utilidades y al repetirse el juego cada año llega un momento en el cual el Jugador Fiscalizado encuentra la forma de evitar ser detectado.

3.2.1.1 Un tipo de “Estrategia única”

Imagínese que el Jugador Fiscalizador elige la misma estrategia dentro de su espacio de estrategias en contra de los órganos fiscalizados, podemos llamar a esto actuar con una *“estrategia única”*. Para simplificar se dice que existe un solo “Órgano Fiscalizador” y un solo “Órgano Fiscalizado”, por lo que el juego consiste en dos jugadores.

Los entes susceptibles a fiscalizar se dividen en 4 grupos funcionales:

- Gobierno
- Económico
- Desarrollo Social
- Control Presupuestario Directo

Y estos a su vez se dividen en ramos:

- Poder Legislativo
- Poder Judicial
- Presidencia de la República
- Gobernación
- Relaciones Exteriores
- Hacienda y Crédito Pública
- Defensa Nacional
- Comunicaciones y Transportes
- Economía
- Entre otros

En total se tienen 1125 programas a revisar (para la CP 2010) para los 4 grupos funcionales donde algunos ramos y algunos programas se presentan en 2 ó más grupos funcionales.

Y en cada uno de los programas se encuentran las entidades y/o dependencias que son sujetas a fiscalizar en cuanto a la captación de los recursos en el caso de los ingresos, el ejercicio del presupuesto en el caso del gasto; ya sea en cuanto a la parte del cumplimiento financiero, del desempeño o ambos.

Si en cada revisión el jugador fiscalizador siempre elige los mismos programas a revisar y/o con el mismo objetivo en cada uno de ellos se puede decir que actúa con una *“estrategia única”*.

Es importante aclarar que la *“estrategia única”* puede observarse en varias etapas, desde la primera en donde la ASF selecciona los grupos funcionales a fiscalizar, la segunda donde se encuentran los ramos, después la parte donde elige las entidades hasta que finalmente elige que es lo que específicamente se va a revisar de cada una de las entidades seleccionadas, por lo que hablar de grupos funcionales, ramos, conceptos o entidades es indistinto y el método que se propone se puede aplicar en cada una de las etapas.

Ejemplo:

Supongamos que el Jugador Fiscalizador (La ASF) cuenta con 10 estrategias para realizar la revisión de la Cuenta Pública en el Concepto “Derecho del Trámite Aduanero”¹³, por lo que su espacio de estrategias se puede expresar $e_i = \{e_1, e_2, \dots, e_{10}\}$ pero que siempre elige la estrategia e_6 la cual consiste en:

Revisar lo correspondiente al Grupo Funcional “Desarrollo Económico”; Ramo “Secretaría de Hacienda y Crédito Público”; Ente “Servicio de Administración Tributaria”; Concepto “Derecho al Trámite Aduanero”; Estrategia: Revisar solamente las Aduana de Matamoros y Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Si esto llega a ocurrir pueden ocurrir las dos situaciones siguientes:

- Que las Aduanas de Matamoros y el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) aprendan a no ser descubiertas en caso de incurrir en opacidad.
- Que las 47 Aduanas restantes, al saber que *nunca* son revisadas pueden incurrir en opacidad o incrementarla. (Aun y cuando el Jugador Fiscalizador aprenda a descubrir a las Aduanas de Matamoros y AICM o en su caso decidan actuar de forma transparente)

Esto ocasiona que la utilidad del Jugador Fiscalizador tienda a ser menor en este concepto en caso de no descubrir a los implicados., por lo que la utilidad del Fiscalizado aumenta, tanto en las Aduanas de Matamoros y AICM, donde se puede tener un caso en el que $u_2 = u_t$.

3.3 Los retos de los jugadores

3.3.1 El reto del Jugador Fiscalizador

El problema al que se enfrenta el Jugador Fiscalizador es saber identificar correctamente las estrategias que deben ser utilizadas ya sea antes de observar las decisiones del Jugador Fiscalizado, o una vez conocida la estrategia que utilizó cada Jugador Fiscalizado. Es decir, puede existir una estrategia diferente para cada concepto o rubro que utilizó el Jugador Fiscalizado, no importa si el Jugador Fiscalizado eligió una estrategia similar para cada rubro, el Jugador Fiscalizador debe escoger una estrategia para cada una, pudiendo ser diferentes.

La elección de estas estrategias depende de cuatro factores fundamentales:

- La cantidad a revisar en cada rubro
- La capacidad para revisar ese tipo de rubro.
- El tipo de opacidad con el que se actúa en el rubro
- La probabilidad¹⁴ con la que se piensa revisar ese rubro

¹³ Para el caso del Derecho del Trámite Aduanero, esta es una Auditoría Recurrente, lo que significa que por su importancia casi siempre es incluida en las auditorías a realizar. En México existen 49 aduanas, las cuales se encuentran distribuidas 19 en la Zona Norte, 2 en la Frontera Sur, 17 Marítimas y 11 Aduanas Interiores.

¹⁴ No se debe confundir esta probabilidad de revisar el rubro, con la probabilidad de elegir la estrategia en el juego.

El uso de las estrategias elegidas por el Jugador Fiscalizador debe llevar a obtener la utilidad máxima. Que para el caso de la fiscalización es evitar que el Jugador Fiscalizado obtenga utilidades, es decir que no incurra en opacidad y/o corrupción sobre las normas internas y externas aplicables logrando un beneficio adicional pero de manera ilegal.

En el caso de la ASF el objetivo es evitar que las entidades fiscalizadas actúen con corrupción y/o opacidad causando un daño al erario público.

Como ya se mencionó la ganancia del Jugador Fiscalizador esta acotada por el número de auditorías o revisiones que se practican, si se realizan K auditorías solo se puede haber utilidades para esas K auditorías, para las otras N-K revisiones no hay recuperación o hallazgo¹⁵.

Si el Jugador Fiscalizador le da mucha prioridad al total de recuperaciones (Financieras o de Desempeño) que puede encontrar al realizar sus revisiones con la finalidad de obtener mayores utilidades puede ocurrir que el Jugador Fiscalizado utilice estrategias que impidan que el Jugador Fiscalizador logre algún hallazgo. Sobre todo si utiliza esta estrategia con regularidad lo que puede llevarlo a aplicar un tipo de “*estrategia única*”.

3.3.2 El reto del Jugador Fiscalizado

De igual manera, los Jugadores Fiscalizados se enfrentan al problema de saber identificar correctamente las estrategias que deben ser utilizadas para cada rubro ya sea antes de observar las decisiones del Jugador Fiscalizador, o una vez conocida la estrategia que utilizó este.

Se puede decir que la elección de estas estrategias depende de cuatro factores fundamentales:

- La cantidad a revisar por rubro
- La capacidad para no ser descubierto al ser revisado en dicho rubro.
- El tipo de opacidad que piensa ocupar
- La probabilidad con la que piensa puede ser revisado en cada concepto

El uso de las estrategias elegidas por el Jugador Fiscalizado debe llevar a obtener la utilidad máxima, que para el caso del Jugador Fiscalizado se entiende como el menor número de descubrimientos que el Jugador Fiscalizador puede haber encontrado tras realizar las revisiones a los rubros del Jugador Fiscalizado. Esto puede facilitarse si el Jugador Fiscalizador utiliza su “*estrategia única*”.

El Jugador Fiscalizado ya tiene “asegurada” una utilidad de N – K que son el total de rubros no revisados en las auditorías realizadas (en caso de presentar opacidad), su aspiración es obtener las utilidades de las K revisiones, en caso de lograrlo tendrá una ganancia de N que es la máxima ganancia posible de ocurrir esto, las entidades fiscalizadas pueden causar gran daño al erario

¹⁵ Al ser inviable revisar toda la Cuenta de la Hacienda Pública Federal lo cual se podría hacer al realizar N auditorías se habla de que se realizan K auditorías, las N-K restantes no son susceptibles a recuperaciones.

público provocando una desconfianza aún mayor de la sociedad en los servidores públicos. Dado que solo se pueden realizar K auditorías de las N posibles, suponiendo que el Jugador Fiscalizado actúe de manera opaca sin ser descubierto en cada una de las K auditorías se obtiene la utilidad máxima, que en este caso es K y dado que ya no es revisado en las otras $N - K$ posibles auditorías restantes donde también actúa de manera opaca obtendrá una utilidad de N.

En ambos casos se habla que los jugadores actúan ya sea habiendo observado las estrategias o sin saber cuáles estrategias son utilizadas por el jugador contrario. Esto se debe a que el juego puede ser visto de diferentes maneras:

- Donde ambos Jugadores actúan sin haber visto las decisiones del otro.
- Donde el Jugador Fiscalizador actúa tras ver el actuar del Jugador Fiscalizado y hace un escenario sobre las posibles formas en que puede aumentar el número de descubrimientos
- Donde el Jugador Fiscalizado observa las decisiones del Jugador Fiscalizador en revisiones anteriores.
- Donde un Jugador desconoce la forma de actuar del otro Jugador.

3.4 Sobre las utilidades¹⁶

Es claro que si actúan de manera opaca en la mayoría o en la totalidad de los rubros la utilidad de los Jugadores Fiscalizados (Jugador Fiscalizado) en conjunto es mayor a la utilidad que el Jugador Fiscalizador pueda obtener al realizar las revisiones debido a que difícilmente se revisan todos los rubros; para el caso del Jugador Fiscalizador la utilidad está dada por:

$$\sum_{j=1}^k d_{ij} = D^{J1i}$$

En donde

d_{ij} = Lo que el Jugador Fiscalizador recibe de revisar y descubrir el rubro j utilizando i como la estrategia.

k = Número de rubros revisados.

Mientras que para el Jugador Fiscalizador la utilidad está dada por:

$$\sum_{j=1}^k \neg d_{ij} + \sum_{j=k+1}^n \neg d_j = D^{J2i}$$

En donde

¹⁶ En esta sección se detalla la manera en que se van incluyendo los 4 factores que componen la utilidad.

$\neg d_{ij}$ = La utilidad de los rubros que son revisados por el Jugador Fiscalizador con la estrategia i y no descubiertos.

$\neg d_j$ = La utilidad del Jugador Fiscalizado en los rubros que no son revisados

n = El total de rubros.

De esto se puede decir que mientras $\sum_{j=1}^k d_{ij}$ se acerque a $\sum_{j=1}^k \neg d_{ij} + \sum_{j=k+1}^n \neg d_j$ mejor trabajo

habrá realizado el órgano fiscalizador (y se acentuaría el hecho de que dentro de las entidades existe una gran opacidad y corrupción).

Para calcular las posibles utilidades se tienen que contemplar los 4 factores.

3.4.1 Sobre la probabilidad de revisar y descubrir un rubro

Para cada rubro se tiene una probabilidad de que sea sometido a una revisión, sea p_j la probabilidad de revisar dicho rubro (el rubro j) con la estrategia i , a esto se le tiene que agregar la probabilidad de descubrir al rubro en caso que este haya actuado con opacidad o en su caso comprobar que no actuó con opacidad. Se denota q_j la probabilidad de encontrar o descubrir al rubro j , por lo que la utilidad del Jugador Fiscalizador queda de la manera siguiente:

$$D^{J1i} = \sum_{j=1}^k d_{ij} = \sum_{j=1}^k (p_j q_j d_{ij})$$

Para el caso del Jugador Fiscalizado las utilidades totales son las siguientes:

$$D^{J2i} = \sum_{j=1}^k \neg d_{ij} + \sum_{j=k+1}^n \neg d_j = \sum_{j=1}^k (p_j (1 - q_j) d_{ij}) + \sum_{j=k+1}^n \neg d_j$$

En donde

$(1 - q_j)$ = La probabilidad de no ser descubiertos en cado de ser revisados

p_j = La probabilidad de ser revisados

Por lo que se espera del Jugador Fiscalizador es:

$$\sum_{j=1}^k (p_j (1 - q_j) d_{ij}) + \sum_{j=k+1}^n \neg d_j - \sum_{j=1}^k (p_j q_j d_{ij}) \rightarrow 0$$

Es decir, que la utilidad obtenida por el Jugador Fiscalizador sea similar a la utilidad obtenida por el Jugador Fiscalizado.

3.4.2 Sobre descubrir al Jugador Fiscalizado y/o que el Jugador Fiscalizado evite ser descubierto

Esta probabilidad es compleja de determinar, debido a que el hecho de que un rubro pueda ser descubierto o no, implica estudiar ambas partes, tanto al Jugador Fiscalizador, como al Jugador Fiscalizado, este último no solo en cuanto al tipo de rubro (si es un rubro que se revisa mucho o poco, etcétera) sino también a que tan capaz es el Jugador Fiscalizado de defenderse del “ataque” a un rubro y que tan capaz es el Jugador Fiscalizador de “atacar” al rubro del Jugador Fiscalizado.

Se puede decir que el Jugador Fiscalizador y el Jugador Fiscalizado tienen esa capacidad debido a la experiencia previa que han tenido.

Así, mientras más veces se revise un rubro más experiencia se tiene y más armas se tienen para descubrir al Jugador Fiscalizado. Sin embargo, de la misma manera el Jugador Fiscalizador adquiere experiencia al realizar revisiones; sin embargo el Jugador Fiscalizado también adquiere experiencia al ser revisado y por lo tanto más difícil se hace descubrir al rubro, ya que él fiscalizado puede tener una mayor idea sobre como lo van a atacar y por lo tanto podría defenderse mejor.

La experiencia del Jugador Fiscalizador muy probablemente siempre sea superada por la experiencia del Jugador Fiscalizado, entre algunas de las causas se puede mencionar:

- Un Jugador Fiscalizado es revisado por distintos Jugadores Fiscalizadores o por otro tipo de jugadores revisores, por lo que pueden ganar más experiencia que él Jugador Fiscalizador que revisa al fiscalizado (Ya sea la ASF o cualquier otro jugador fiscalizador¹⁷).
- El Jugador Fiscalizado sabe exactamente la forma en que actuó (al menos a nivel de rubro), sabe qué pueden utilizar los jugadores fiscalizadores contra las acusaciones y los “ataques” y así evitar que se le pueda descubrir y sancionar.

Sin embargo esto no quiere decir que el Jugador Fiscalizador no pueda hacer nada contra los Jugadores Fiscalizados, solamente se habla de una mayor experiencia, la cual no asegura que un rubro no sea descubierto por más experiencia que él Jugador Fiscalizado pueda tener.

Sea x_j , la experiencia que tiene el Jugador Fiscalizador contra el rubro j donde el valor 0 indica una nula experiencia y el valor 1 indica una máxima experiencia y sea X_j la experiencia del jugador fiscalizado en el rubro j (obtenida por las revisiones que le han realizado todos los Jugadores Fiscalizadores).

Entonces $x_j \leq X_j$, por lo que se puede decir lo siguiente:

Sea $\delta \geq 1$, entonces para cierto δ sucede que $\delta x_j > X_j$, lo que se desea es que δ no tenga que ser muy grande para que se cumpla dicha condición.

¹⁷ Otros fiscalizadores pueden ser las Entidades de Fiscalización Superior Locales, Auditores independientes, Auditores Internos.

Anteriormente se denotó a q_j como la probabilidad de descubrir al Jugador Fiscalizado en el rubro j , esta probabilidad se puede renombrar de la forma siguiente:

$$q_j = x_j(1 - X_j)$$

Entonces las utilidades quedan expresadas así:

Para el caso del Jugador Fiscalizador:

$$D^{J1i} = \sum_{j=1}^k d_{ij} = \sum_{j=1}^k (p_j x_j (1 - X_j) d_{ij})$$

Para el caso del Jugador Fiscalizado las utilidades totales son las siguientes:

$$D^{J2i} = \sum_{j=1}^k -d_{ij} + \sum_{j=k+1}^n -d_j = \sum_{j=1}^k (p_j (1 - x_j) X_j d_{ij}) + \sum_{j=k+1}^n -d_j$$

De nueva cuenta, el interés del Jugador Fiscalizador es que:

$$D^{J2i} - D^{J1i} \rightarrow 0 \quad \text{es decir:}$$

$$\sum_{j=1}^k (p_j (1 - x_j) X_j d_{ij}) + \sum_{j=k+1}^n -d_j - \sum_{j=1}^k (p_j x_j (1 - X_j) d_{ij}) \rightarrow 0$$

Las estrategias con las que cuenta el Jugador Fiscalizador son las probabilidades de revisar a cada uno de los rubros. Si estas estrategias tienden a ser fijas, es decir, el Jugador Fiscalizador utiliza estrategias similares en cada revisión de los rubros (en cada juego o en cada etapa del juego) se dice que utiliza una “*estrategia única*”

Esto sugiere que el Jugador Fiscalizador no actúa de forma racional, ya que al utilizar la misma estrategia una y otra vez, el Jugador Fiscalizado puede encontrar una estrategia que domine estrictamente a esta estrategia que utiliza el Jugador Fiscalizador, es decir, encontrar la mejor respuesta, o al menos un conjunto de estrategias que se asemejen a la “*mejor respuesta*”.

De actuar de esta manera, la ASF se ve en el problema de contar con una sola estrategia definida y una función de utilidad estimada por el Jugador Fiscalizado, por lo que a las entidades (o al Jugador Entidad, ya que se le ve como un solo jugador) sólo le resta encontrar la mejor respuesta a esta estrategia para maximizar su función de utilidad.

3.4.4 Sobre la forma de actuar del Jugador Fiscalizado

Sin importar la forma en que el juego se puede plantear (Perfecto, con información incompleta, etcétera) el Jugador Fiscalizado cuenta con la ventaja de conocer el tipo de estrategia que utiliza el Jugador Fiscalizador si este mantiene una “*estrategia única*”.

Sabe que ciertos de sus rubros difícilmente son revisados por lo que resulta más fácil plantear estrategias que incrementen su utilidad; si el Jugador Fiscalizador utiliza estrategias distintas, le es más complicado al Jugador Fiscalizado elegir estrategias adecuadas, además dichas estrategias no tendrán las mismas utilidades que al utilizar la o las estrategias que son la mejor respuesta a la “*estrategia única*” del Jugador Fiscalizado.

Se puede decir que el jugador Fiscalizado maneja dos estrategias de actuación principales:

- Ser transparente.
- Ser opaco.

En el caso en donde el Jugador Fiscalizador utiliza su “*estrategia única*” la estrategia “ser transparente” se considera una estrategia con una probabilidad cercana a cero ya que el Jugador Fiscalizado puede elegir estrategias internas de ser transparente o ser opacos, y aunque el Jugador tenga buenas calificaciones en materia de opacidad y corrupción, no se descarta que actúen de forma opaca. Para que se elija esta estrategia tienen que suceder las condiciones siguientes:

- Que el rubro tenga gran probabilidad de ser revisado.
- Que el Jugador Fiscalizador tenga gran experiencia en revisar ese rubro y que el Jugador Fiscalizado tenga poca experiencia ocasionando que $\delta x_j > X_j$ para $\delta \rightarrow 1^+$.

Sin embargo es muy improbable que ocurra, ya que si un rubro tiene gran probabilidad de ser revisado es porque ha sido revisado en ocasiones anteriores ya sea por ese Jugador Fiscalizador u otro Jugador Fiscalizador, lo que ocasiona que el Jugador Fiscalizado tenga mayor experiencia en ser revisado y como se ha visto anteriormente la experiencia es mayor para el Jugador Fiscalizado.

Dichas estrategias dependen en cierto sentido de la propia capacidad del rubro de evitar que el Jugador Fiscalizador las descubra, o bien, que el Jugador Fiscalizador las revise o no. Si el Jugador Fiscalizado cuenta con elementos para saber que la probabilidad que sea descubierta es baja opta por una estrategia opaca, igualmente si sabe que difícilmente es auditada.

Por otro lado, si tiene grandes probabilidades de ser revisado y su experiencia para defenderse es baja tiene que elegir entre actuar de forma transparente.

De esta manera las utilidades se pueden ver de la manera siguiente:

$$u(\text{opacidad}_{\text{nula}}) < u(\text{opacidad}_{\text{alta}})$$

Debido a que el actuar con opacidad nula conlleva a una utilidad cero las utilidades quedan de la manera siguiente:

$$0 \leq u(\text{opacidad}_{\text{nula}}) < u(\text{opacidad}_{\text{alta}}) \rightarrow K$$

De acuerdo al tipo de juego es como actúa el Jugador Fiscalizado, ya que el Jugador Fiscalizador siempre actúa de la misma forma, no importando el tipo de juego, de esta manera solo tiene que ajustar un poco su estrategia de “*mejor respuesta*” para que esta sea realmente una mejor respuesta.

Entonces el Jugador Fiscalizado actúa con un nivel de opacidad a en donde $a \in [0,1]$, en donde si toma el valor 0 significa que el nivel de opacidad es nulo, y si toma el valor 1 la opacidad es total. Este valor es determinado por el Jugador Fiscalizador con base en la forma en la cual cree que el Jugador Fiscalizado va a actuar en cada rubro.

Las utilidades se expresan de la manera siguiente:

Para el caso del Jugador Fiscalizador:

$$D^{J1i} = \sum_{j=1}^k d_{ij} = \sum_{j=1}^k (p_j x_j (1 - X_j) a_j d_{ij})$$

Para el caso del Jugador Fiscalizado las utilidades totales son las siguientes:

$$D^{J2i} = \sum_{j=1}^k -d_{ij} + \sum_{j=k+1}^n -d_j = \sum_{j=1}^k (p_j (1 - x_j) X_j a_j d_{ij}) + \sum_{j=k+1}^n -d_j a_j$$

Para el caso de D^{J2i} , en $\sum_{j=k+1}^n -d_j a_j$ se contempla el nivel de opacidad, ya que si el jugador

fiscalizado no actúa con opacidad en los rubros que no se revisan no obtiene ningún beneficio, es decir mientras más baje su nivel de opacidad menores ingresos obtiene.

De nueva cuenta, el interés del Jugador Fiscalizador es que:

$D^{J2i} - D^{J1i} \rightarrow 0$ es decir:

$$\sum_{j=1}^k (p_j (1 - x_j) X_j a_j d_{ij}) + \sum_{j=k+1}^n -d_j a_j - \sum_{j=1}^k (p_j x_j (1 - X_j) a_j d_{ij}) \rightarrow 0$$

3.4.5 Sobre la cantidad a recuperar por revisión.

Existen dos tipos de cantidades principales: monetaria y atributos. Esto deriva del hecho de que no en todas las revisiones se tiene como objetivo verificar si una cantidad monetaria fue sustraída o no, lo que se pretende revisar es el cumplimiento de normas y/o reglamentos, es entonces cuando se dice que lo que se revisa es un atributo.

Para la elección de las estrategias se tiene que separar el juego en dos partes: estrategias para juegos con cantidades monetarias y estrategias para juegos con atributos. Aunque la elección de

dichas estrategias se basa en el mismo concepto no es posible juntar ambos tipos de cantidades, de hacerlo las revisiones por atributo tendrían una probabilidad casi cero de ser elegidas.

Sea k_{jm} la cantidad a revisar para el rubro j tal que j_m es un rubro a revisar con cantidad monetaria las cuales superan los millones e incluso los miles de millones de pesos y j_a es un rubro a revisar con cantidad atributo donde los atributos a revisar son pocos, entonces se puede decir lo siguiente $j_m \rightarrow \infty$ y $j_a \rightarrow 1$.¹⁸

$$k_{jm} d_{ij} > k_{ja} d_{ij}$$

Por lo que al referirse a las utilidades d_{ij} dependerá si se está hablando de una cantidad monetaria k_{jm} o de una cantidad por atributos k_{ja}

3.4.5.1 Cantidades Monetarias

Para el caso una revisión que implique cantidades monetarias las utilidades se calculan de la siguiente manera:

Jugador Fiscalizador:

$$D^{J1i} = \sum_{jm=1}^k d_{ijm} = \sum_{jm=1}^k (p_{jm} x_{jm} (1 - X_{jm}) a_{jm}) k_{jm}$$

Jugador Fiscalizado

$$D^{J2i} = \sum_{jm=1}^k -d_{ijm} + \sum_{jm=k+1}^n -d_{ijm} = \sum_{jm=1}^k (p_{jm} (1 - x_{jm}) X_{jm} a_{jm}) k_{jm} + \sum_{jm=k+1}^n -d_{ijm} a_{jm} k_{jm}$$

3.4.5.2 Cantidades atributos

Para el caso en que la revisión implique atributos las utilidades son:

Jugador Fiscalizador:

$$D^{J1i} = \sum_{ja=1}^k d_{ija} = \sum_{ja=1}^k (p_{ja} x_{ja} (1 - X_{ja}) a_{ja}) k_{ja}$$

Jugador Fiscalizado:

$$D^{J2i} = \sum_{jm=1}^k -d_{ijm} + \sum_{jm=k+1}^n -d_{ijm} = \sum_{jm=1}^k (p_{jm} (1 - x_{jm}) X_{jm} a_{jm}) k_{jm} + \sum_{jm=k+1}^n -d_{ijm} a_{jm} k_{jm}$$

¹⁸ También es recomendable que para el caso de las cantidades monetarias se subdividan a su vez por rangos ya que también se presentan conceptos con cantidades monetarias muy altas (miles de millones) y conceptos con cantidades monetarias menores (cientos de miles).

4.- Método de selección de las estrategias

Una vez que el Jugador Fiscalizador es consciente del objetivo de maximizar D_j^{1i} necesita encontrar la forma en que va a utilizar los factores que intervienen en el *Juego de la Fiscalización* para elegir sus estrategias y una vez conocidas saber con cual función de probabilidad jugarlas. Una de las herramientas para encontrar dicha función se logra mediante el uso de los *Juegos Matriciales por Objetivos*.

4.1 Juegos Matriciales por Objetivos

Un problema que surge inmediatamente con respecto al concepto de estrategias mixtas es su relevancia cuando el juego se juega una sola vez. Esto deriva del hecho de la noción de pago esperado, es decir, la cantidad que un jugador racional desea maximizar, parece sólo aplicable a un juego repetido varias veces. Pero en un juego que se juega una sola vez puede no tener sentido escoger una estrategia, de acuerdo con la distribución de probabilidad asociada.

Una estrategia mixta x proporciona al jugador un valor esperado $v(x)$ que es una media ponderada y puede aceptarse si dicha estrategia se usa un gran número de veces. Sin embargo, si se utiliza una sola vez la posibilidad de que el jugador obtenga un valor menor a $v(x)$ puede ser grande. Si con una estrategia pura I_i se obtiene un valor $v(I_i)$ muy próximo a $v(x)$ no parece razonable que el jugador se arriesgue tanto en obtener valores inferiores a uno que ya tiene seguro $v(I_i)$, por aumentar su nivel de seguridad, ya que al realizar el juego una sola vez es posible que salga perdiendo. Sería más adecuado que el jugador hiciera crecer su nivel de seguridad, pero asegurándose una ganancia real cada vez que realice el juego.

Consideremos un juego bipersonal, finito de suma nula¹⁹, en forma normal.

Sea $A = (a_{ij})$, $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq m$, la matriz de pagos del juego y X e Y los conjuntos de estrategias mixtas de los jugadores 1 y 2, respectivamente.

Analizamos el problema desde el punto de vista del jugador 1. Sea $P \in \mathbb{R}$ un objetivo establecido por dicho jugador. Para determinar las estrategias basadas en la probabilidad de conseguir el objetivo P , formulamos un juego de suma nula llamado *Juego Matricial por Objetivos*.

La función de pagos del juego por objetivos para cada par de estrategias $x \in X$, $y \in Y$, viene dada por:

$$v(x, y) = x^t A_p y$$

Donde

¹⁹ Un juego de suma nula o suma cero describe una situación en la que la ganancia o pérdida se equilibra con exactitud con las pérdidas o ganancias de los otros participantes, se llama así porque si se suma el total de las ganancias de los participantes y se resta las pérdidas totales el resultado es cero. El *Juego de la Fiscalización* es un juego de suma nula ya que la posible ganancia o pérdida son las cantidades monetarias o por atributos correspondientes a la Cuenta Pública por lo que la ganancia de un Jugador es la pérdida del otro jugador.

$$A_p = (\delta_{ij}) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m$$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } a_{ij} \geq P \\ 0 & \text{e. o. c.} \end{cases}$$

$v(x, y)$ es la probabilidad de obtener al menos P en el juego original cuando el jugador 1 juega su estrategia $x \in X$ y el jugador 2 juega su estrategia $y \in Y$.

Como $v(x, y)$ depende de la estrategia que juegue el jugador 2, consideramos el peor de los casos, es decir, supondremos que el jugador 2 escogerá una estrategia $y \in Y$ que proporcione el valor mínimo de $v(x, y)$. Por ello, para cada $x \in X$, el jugador 1 obtendrá:

$$v(x) = \min_{y \in Y} v(x, y) = \min_{y \in Y} x^t A_p y = \min_{1 \leq j \leq m} \sum_{i=1}^n x_i \delta_{ij}$$

El nivel de seguridad del juego por objetivos para el jugador 1 es la máxima probabilidad de obtener el objetivo P que el jugador 1 puede asegurar prescindiendo de las acciones del jugador 2.

Viene dado por:

$$v = \max_{x \in X} v(x) = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} v(x, y) = \max_{x \in X} \min_{y \in Y} x^t A_p y$$

Una estrategia $x \in X$ es una estrategia de seguridad de nivel P para el jugador 1, si ocurre que

$$v = \min_{y \in Y} x^t A_p y$$

Las estrategias de seguridad de nivel P y la máxima probabilidad de obtener al menos el objetivo P vienen dados por la solución del juego biperonal de suma nula cuya matriz de pagos es A_p . Este resultado caracteriza a las estrategias de seguridad de nivel P y proporciona un procedimiento para resolver los juegos de suma nula por objetivos.

Si existe un i tal que $\delta_{ij} = 1$, para $j=1, \dots, m$, entonces utilizando la estrategia pura i -ésima del jugador 1, la probabilidad de conseguir al menos el objetivo P es 1. Si existe j tal que $\delta_{ij} = 0$ para $i=1, \dots, n$, entonces la probabilidad de conseguir al menos el objetivo P es 0, porque la estrategia pura j -ésima del jugador 2 impide al jugador 1 obtener más de este valor.

En otras palabras, un juego por objetivos consiste en que una vez que se conocen las ganancias probables que se pueden obtener al utilizar las diferentes estrategias, se establece un criterio en el cual, si la utilidad no rebasa cierto valor crítico se considera como una ganancia nula (cero), si la utilidad es igual o aún mayor a este nivel crítico se considera una ganancia de 1.

Obviamente el Jugador Fiscalizador estaría interesado en utilizar las estrategias con mayores utilidades pero se debe tomar en cuenta que lograr tales utilidades es más difícil, ya que la probabilidad de lograr una utilidad disminuye conforme está crece y viceversa. Es por esta razón

que además de elegir un criterio mínimo de ganancia aceptable también se debe considerar una probabilidad mínima de lograrlo y tratar de encontrar un equilibrio entre cantidad de utilidad y probabilidad de lograr dicha cantidad.²⁰

Ejemplo 1

Consideremos el juego bipersonal de suma nula con matriz de pagos:

$$\begin{pmatrix} 2 & 15 & 8 & 4 \\ 10 & 7 & 2 & 7 \\ 8 & 4 & 10 & 7 \\ 7 & 14 & 4 & 11 \end{pmatrix}$$

Supongamos que el jugador 1 desea conocer la probabilidad de obtener el objetivo $P = 6$, y las estrategias para lograrlo. La matriz A_p inducida por $P = 6$ es:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Y el problema que hemos de resolver es:

$$\text{Max } v$$

s. a

$$\begin{aligned} x_2 + x_3 + x_4 &\geq v \\ x_1 + x_2 + x_4 &\geq v \\ x_1 + x_3 &\geq v \\ x_2 + x_3 + x_4 &\geq v \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &= 1 \\ x_i &\geq 0, i = 1,2,3,4 \end{aligned}$$

Cuya solución es $v = (2/3)$ y $x^*(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0)$, es decir, la probabilidad de conseguir al menos el objetivo $P = 6$ es $2/3$ (0.66), y la estrategia de nivel de seguridad de P es $x^*(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0)$. El valor esperado de este juego es $v = 7.68$ que se conseguiría con una probabilidad de 0.5.

El problema anterior se resuelve de la siguiente manera:

El dual del problema es:

²⁰ Entre menor sea el valor P la matriz va a contener mayor cantidad de 1's, y por lo tanto la probabilidad de conseguir al menos ese valor P se incrementa, sin embargo el valor esperado puede bajar en comparado al usar un valor P mayor. De igual forma entre mayor sea el valor P la matriz va a contener menor cantidad de 1's y por lo tanto la probabilidad de obtener al menos ese valor es baja y aunque las utilidades son altas en caso de conseguir el valor P el valor esperado baja considerablemente debido a la baja probabilidad de obtener P .

$$\begin{aligned}
 y_2 + y_3 &\leq v \\
 y_1 + y_2 + y_4 &\leq v \\
 y_1 + y_3 + y_4 &\leq v \\
 y_1 + y_2 + y_4 &\leq v \\
 y_1 + y_2 + y_3 + y_4 &= 1 \\
 y_i &\geq 0, i = 1,2,3,4
 \end{aligned}$$

Se divide entre v al sistema por lo que se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 y'_2 + y'_3 &\leq 1 \\
 y'_1 + y'_2 + y'_4 &\leq 1 \\
 y'_1 + y'_3 + y'_4 &\leq 1 \\
 y'_1 + y'_2 + y'_4 &\leq 1 \\
 y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 &= \frac{1}{v^*} \rightarrow \max
 \end{aligned}$$

Agregando las variables de holgura el problema a resolver es:

$$\begin{aligned}
 y'_2 + y'_3 + h_1 &= 1 \\
 y'_1 + y'_2 + y'_4 + h_2 &= 1 \\
 y'_1 + y'_3 + y'_4 + h_3 &= 1 \\
 y'_1 + y'_2 + y'_3 + h_4 &= 1
 \end{aligned}$$

Y la resolución de este problema mediante programación lineal usando el método simplex es:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
h1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
h2	1	1	0	1	0	1	0	0	1
h3	1	0	1	1	0	0	1	0	1
h4	1	1	0	1	0	0	0	1	1
Z	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0

Se elige a la columna p_2 como la columna pivote y h_1 sale de la base, por lo que tras la primera iteración se tiene la siguiente tabla:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
p2	0	1	1	0	1	0	0	0	1
h2	1	0	-1	1	-1	1	0	0	0
h3	1	0	1	1	0	0	1	0	1
h4	1	0	-1	1	-1	0	0	1	0
Z	-1	0	0	-1	1	0	0	0	1

Se elige a la columna p_1 como la columna pivote y h_4 sale de la base, por lo que tras la segunda iteración se tiene la siguiente tabla:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
p2	0	1	1	0	1	0	0	0	1
h2	0	0	0	0	0	1	0	-1	0
h3	0	0	2	0	1	0	1	-1	1
p1	1	0	-1	1	-1	0	0	1	0
Z	0	0	-1	0	0	0	0	1	1

Se elige a la columna p_3 como la columna pivote y h_3 sale de la base, por lo que tras la tercera iteración se tiene la siguiente tabla:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
p2	0	1	0	0	0.5	0	-0.5	0.5	0.5
h2	0	0	0	0	0	1	0	-1	0
p3	0	0	1	0	0.5	0	0.5	-0.5	0.5
p1	1	0	0	1	-0.5	0	0.5	0.5	0.5
Z	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	1.5

Como ya no existen entradas negativas en Z se ha llegado a la solución óptima del problema a maximizar, por lo que se procede a obtener las estrategias de seguridad y la probabilidad de obtener al menor el valor $P = 6$.

La probabilidad de obtener al menos P :

$$y'_1 = y'_2 = y'_3 = 1/2$$

$$\therefore y'_1 + y'_2 + y'_3 = 3/2$$

$$\text{Como } y'_1 + y'_2 + y'_3 = 1/v^* \text{ entonces } v^* = 2/3$$

Y la estrategia de nivel de seguridad para lograrlo:

$$y_1 = v^* * y'_1 = \frac{1}{2} * \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore y_1 = \frac{1}{3} = y_2 = y_3$$

El objetivo $P = 6$ es menor que el valor esperado del juego (7.68), sin embargo, la probabilidad de conseguir $P (2/3)$ es mayor que la probabilidad de conseguir el valor esperado del juego (1/2).

Se calculan los valores esperados totales para cada uno de los casos:

$$\text{Caso Objetivo } 6 * \frac{2}{3} = 4$$

$$\text{Caso valor esperado del juego } 7.68 * \frac{1}{2} = 3.84$$

Por lo tanto $E(\text{Caso Objetivo}) > E(\text{Caso valor esperado del juego})$

A pesar de que el valor objetivo es menor que el valor esperado del juego la probabilidad de lograrlo es mayor, también el valor esperado total es mayor. El Jugador Fiscalizador debe probar con diferentes valores objetivo y decidir por el que, según su criterio, es el ideal.

4.2 Matriz A_p

Para obtener la Matriz a utilizar en el juego matricial por objetivos se procede a llenar las entradas de la Matriz, donde cada entrada a_{ij} de la Matriz A_p está determinada por el producto de los factores de probabilidad de revisión, experiencia, elementos por revisar, y nivel de opacidad del jugador fiscalizado. De los 4 factores que se tienen en el Juego de la Fiscalización los niveles de experiencia y cantidad a revisar se consideran fijos, mientras que los niveles de la probabilidad de revisión y el nivel de opacidad son variables.

Tras el primer análisis donde se obtienen las entidades a revisar, el siguiente paso para el Jugador Fiscalizador es encontrar las estrategias mixtas con las que puede a revisar a la entidad seleccionada es decir, se tiene una entidad que será revisada y varios conceptos probables, es sobre estos últimos en donde se utilizan los 4 factores para llenar la matriz y encontrar la mejor forma de usar las estrategias mixtas.

Un punto importante a destacar es que el nivel de opacidad del Jugador Fiscalizado se obtiene a partir de dos subfactores:

- 1.- El nivel de opacidad con el que puede actuar el Jugador Fiscalizado según el criterio del Jugador Fiscalizador, este nivel se encuentra en el rango $[0,1]$.
- 2.- La probabilidad con la que el Jugador Fiscalizador cree que el Fiscalizado va a utilizar cada nivel de opacidad.

El producto de estos dos factores da como resultado el nivel de opacidad total. Es importante mencionar que el número de niveles de opacidad que el Jugador Fiscalizador cree que puede tomar el Jugador Fiscalizado no debe ser excesivo ya que esto puede significar un desconocimiento total de la forma de actuar del Jugador Fiscalizado en un determinado rubro. En otras palabras el Jugador Fiscalizador debe saber si un rubro actúa con opacidad alta o con opacidad baja para después asignar niveles de opacidad alta para los rubros que toman esta estrategia y niveles de opacidad baja si ese es el caso, así mismo las probabilidades con las que cree que la entidad usa cada uno de esos niveles.

El rubro 1 (alta opacidad) tiene los siguientes factores:

Nivel de Opacidad	0.87	0.72	0.64	0.53
Probabilidad de actuación	0.2	0.3	0.3	0.2
Nivel de Opacidad Total	0.174	0.216	0.192	0.106

El rubro 2 (Baja opacidad) tiene los siguientes factores:

Nivel de Opacidad	0.42	0.38	0.27	0.148
Probabilidad de actuación	0.2	0.2	0.4	0.2
Nivel de Opacidad Total	0.084	0.076	0.108	0.03

4.2.1 Ejemplo:²¹

Si para una cierta entidad se tienen 4 probables conceptos a revisar se procede a obtener las estrategias mixtas de la siguiente manera:

1.- Se llena la tabla con los factores:

Concepto	Cantidad	Exp	P.R.C.	N.O. 1	N.O. 2	N.O. 3	N.O. 4	P.N.O. 1	P.N.O. 2	P.N.O. 3	P.N.O. 4
1	100	0.8	0.25	0.7	0.75	0.8	0.85	0.3	0.25	0.26	0.14
2	95	0.77	0.25	0.8	0.83	0.86	0.89	0.16	0.24	0.36	0.24
3	115	0.67	0.25	0.85	0.87	0.89	0.91	0.32	0.35	0.13	0.2
4	103	0.73	0.25	0.76	0.78	0.8	0.82	0.23	0.27	0.29	0.21

Exp. = Experiencia

P.R.C. = Probabilidad de revisar el concepto

N.O. = Nivel de Opacidad

P.N.O. = Probabilidad de que la entidad use el Nivel de Opacidad²²

2.- Una vez que se cuenta con la tabla de los factores se obtiene la matriz en donde las entradas las renglones dependen de la Probabilidad de revisar al concepto y los renglones dependen del Nivel de Opacidad Total, es este caso la matriz que se obtiene es la siguiente:

²¹ Para poder asegurar que la matriz obtenida contiene las utilidades que conforman el peor escenario (al menos con la información del Jugador Fiscalizador) para el factor *experiencia* se toma en cuenta el nivel más bajo, es decir, qué pasa si la persona con menos nivel de experiencia para ese concepto es la que revisa al Jugador Fiscalizador.

²² No es condición necesaria que el número de niveles de opacidad que pueda manejar el Jugador Fiscalizador tenga que ser igual al número de conceptos de la entidad a revisar (o viceversa), es decir, si un rubro maneja 6 conceptos y sólo se consideran 4 niveles de opacidad total se pueden calcular las estrategias mixtas que el Jugador Fiscalizador debe utilizar.

$$\begin{bmatrix} 4.2 & 3.75 & 4.16 & 2.38 \\ 2.34 & 3.64 & 5.66 & 3.91 \\ 5.24 & 5.87 & 2.23 & 3.51 \\ 3.29 & 3.96 & 4.36 & 3.24 \end{bmatrix}$$

3.- Ya con la matriz de los pagos esperados es cuando el Jugador Fiscalizador decide el valor P a utilizar, en este caso se elige el valor $P = 3.80$, por lo que la matriz binaria es:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

4.- Con lo que se procede a obtener el problema en forma simplex:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

5.- Se resuelve el problema y dependiendo del resultado obtenido el Jugador Fiscalizador decide si es conveniente o no probar con otro nivel P ya sea mayor o menor.

Al resolver se obtiene la probabilidad de obtener al menos P :

$$y'_1 = y'_2 = y'_3 = y'_4 = 1/2$$

$$\therefore y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 = 4/2$$

$$\text{Como } y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 = 1/v^* \text{ entonces } v^* = 2/4$$

Y la estrategia de nivel de seguridad para lograrlo:

$$y_1 = v^* * y'_1 = \frac{1}{2} * \frac{2}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore y_1 = \frac{1}{4} = y_2 = y_3 = y_4$$

Entonces para el objetivo $P = 3.8$ se tiene una probabilidad de conseguir P de $(2/4)$ y el valor esperado es 1.9.

La solución es $v = (2/4)$ y $x^*(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$, la cual es la manera en que el Jugador debe usar sus estrategias mixtas si está de acuerdo en el objetivo y en la probabilidad de obtenerlo.

Se debe tener cuidado en la interpretación del valor v , la probabilidad de conseguir el valor P , puede darse un escenario en donde se tenga que el valor v es 1, y por lo tanto solo una estrategia a seguir, $x^*(1,0,0,0)$. Esto no asegura que se consiga el valor P solamente por elegir esa estrategia,

el Jugador Fiscalizador debe recordar que se tiene que descubrir al Jugador Fiscalizado y que el sólo hecho de revisarlo porque la estrategia así lo sugiere no asegura el obtener la cantidad o el valor P al 100%.

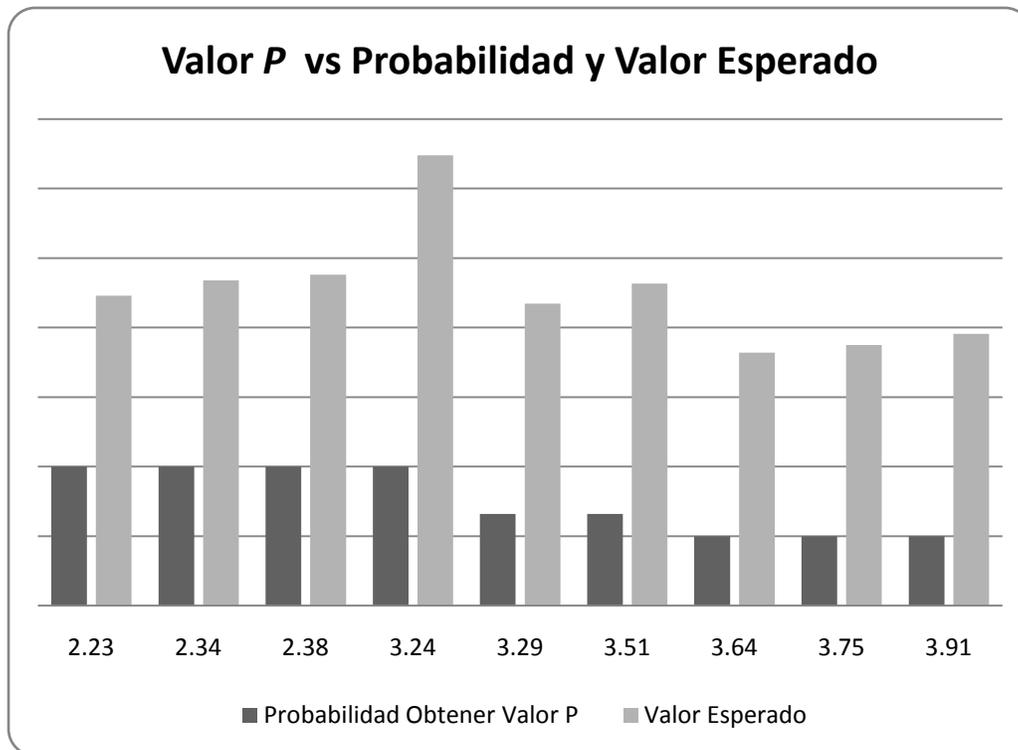
En este caso el valor v indica que en caso de elegir una de las estrategias mixtas y si y solo si se logra descubrir al Jugador Fiscalizado se obtiene un valor P con la probabilidad v , también esto implica el hecho de que no porque se descubra al Jugador Fiscalizado se obtiene el valor esperado de P o el valor P^{23} . Puede obtenerse un valor menor o mayor.

Para calcular los distintos valores de P pueden usarse valores de tal manera que primero se elija como objetivo un valor donde todas las entradas de la Matriz sean 1 e ir aumentando dicho valor para que se incrementen las entradas = 0, (una a una) para así obtener una tabla con todos los valores de P , las probabilidades de lograrlo, las estrategias a seguir y el valor esperado. Para el ejemplo anterior la tabla obtenida es:

Valor P	Probabilidad Obtener Valor P	Estrategias	Valor Esperado
2.23	1.00	(1,0,0,0)	2.23
2.34	1.00	(1,0,0,0)	2.34
2.38	1.00	(1,0,0,0)	2.38
3.24	1.00	(1,0,0,0)	3.24
3.29	0.66	(1/3,0,1/3,1/3)	2.1714
3.51	0.66	(1/3,0,1/3,1/3)	2.3166
3.64	0.50	(1/2,0,0,1/2)	1.82
3.75	0.50	(1/2,0,0,1/2)	1.875
3.91	0.50	(1/4,1/4,1/4,1/4)	1.955
3.96	n/a*	n/a	n/a
4.16	n/a	n/a	n/a
4.2	n/a	n/a	n/a
4.36	n/a	n/a	n/a
5.24	n/a	n/a	n/a
5.66	n/a	n/a	n/a
5.87	n/a	n/a	n/a

n/a* No aplica

²³ Esto es un caso similar al valor esperado del resultado del lanzamiento de un dado justo en donde $E(x)=3.5$ (para x = puntos a conseguir al lanzar un dado) a pesar de que el espacio de resultados no incluye a 3.5



4.3 Observaciones sobre los resultados

Para el caso de los valores 3.96 y mayores, al tratar de resolver el problema de maximizar no se llega a una solución, si por ejemplo, se utiliza el método simplex para llegar a ésta va a llegar un momento en donde sigan existiendo entradas negativas en “z” pero ya no sea posible realizar cálculos en esa columna; por otra parte si el problema se intenta resolver mediante la herramienta Solver de Excel al ejecutar dicho programa aparece una leyenda la cual indica que “*los valores de la celda objetivo no convergen*”, esto quiere decir que el valor de la celda objetivo aumenta o disminuye sin límites, aunque se hayan satisfecho todas las restricciones, por lo que no se puede obtener una solución óptima y no se consideran esos valores.

La razón por la cual a partir de cierto valor P ya no es posible calcular la estrategia es que dicho valor P provoca que al menos una de las columnas contenga 0 en todas sus entradas, en el caso del ejemplo para el valor $P = 3.96$ la matriz por objetivos queda de la forma siguiente:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \leftarrow \text{“COLUMNA CON ENTRADAS = 0”}$$

Al tener este escenario el Jugador Fiscalizador corre el riesgo de que el Jugador Fiscalizado elija usar la estrategia que corresponde a la cuarta columna, es decir la *Columna con entradas = 0* por lo que sin importar la estrategia utilizada por el Jugador Fiscalizador si ocurre que el Fiscalizado utiliza esta estrategia aun y cuando sea descubierto por el Fiscalizador éste último obtiene un valor $< P$.

Entonces si el Jugador Fiscalizador desea utilizar una matriz por objetivos no puede elegir un valor P el cual ocasione que al menos una de las columnas sea un "Columna con entradas = 0"

Proposición.- En un juego por objetivos para la matriz $A_p = (\delta_{ij}) \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, m$ en donde

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } a_{ij} \geq P \\ 0 & \text{e. o. c.} \end{cases}$$

Si el valor P ocasiona que $\delta_{ij} = 0$ para al menos una de las columnas j en todas y cada una de sus entradas i , el juego por objetivos no tiene una solución óptima.

Sea $A_p = (\delta_{ij})$ la matriz del juego por objetivos

Si $\exists \delta_{ij} = 0$ p.a. $j^* \in (1, \dots, m) \forall i \in (1, \dots, n)$

El problema a resolver (maximizar) para esa j^* es

$$0x_{1j} + 0x_{2j} + \dots + 0x_{nj} \geq v$$

Una de las restricciones del problema total es

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$$

Sin embargo para esa j^* se tiene que

$$x_i = 0 \quad \forall i \in (1, \dots, n)$$

De lo que se sigue que

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 0$$

Y la restricción $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$ no se cumple, por lo tanto el problema no puede ser optimizado.

Entonces el Jugador Fiscalizador no puede elegir un valor P con esta característica si su intención es utilizar el método de *Juegos por Objetivos* ya que no podrá calcular las estrategias que puede utilizar ni las probabilidades para lograrlo; en el caso en que el Jugador Fiscalizador no esté satisfecho con el valor máximo P que el juego le restringe, si utiliza estrategias con valores elevados de P entonces solo considera los niveles más altos de cada uno de los factores y este comportamiento tiende a ser del tipo "estrategia única" o "irracional".

Para los primeros cuatro valores de P se observa que la probabilidad de obtener el valor es igual a 1 y se propone una estrategia (1,0,0,0) sin embargo la estrategia puede cambiarse desde elegir (0,1,0,0), (0,0,1,0) ó (0,0,0,1); en realidad cualquier vector de estrategias que cumpla con la restricción $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$ es válido, esto se debe a que si se utiliza la herramienta Solver para buscar las estrategias esta encuentra una solución óptima y si el problema contiene

más de una solución óptima toma la primera. En este caso el problema en su primer valor P contiene una infinidad de soluciones óptimas por lo que puede utilizarse cualquiera de las soluciones y aunque se cambie de estrategia el valor esperado no lo hace.

Solución 1:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
h1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
h2	1	1	1	1	0	1	0	0	1
h3	1	1	1	1	0	0	1	0	1
h4	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Z	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0

Se elige a la columna p_1 como la columna pivote y h_1 sale de la base, por lo que tras la primera (y única) iteración se tiene la siguiente tabla:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
p1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
h2	0	0	0	0	-1	1	0	0	0
h3	0	0	0	0	-1	0	1	0	0
h4	0	0	0	0	-1	0	0	1	0
Z	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Como ya no existen entradas negativas en z , el problema está optimizado y la estrategia a seguir es (1,0,0,0).

Solución 2:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
h1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
h2	1	1	1	1	0	1	0	0	1
h3	1	1	1	1	0	0	1	0	1
h4	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Z	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0

Se elige a la columna p_2 como la columna pivote y h_2 sale de la base, por lo que tras la primera (y única) iteración se tiene la siguiente tabla:

	p1	p2	p3	p4	h1	h2	h3	h4	LD
h1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0
p2	1	1	1	1	0	1	0	0	1
h3	0	0	0	0	0	-1	1	0	0
h4	0	0	0	0	0	-1	0	1	0
Z	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Como ya no existen entradas negativas en z , el problema está optimizado y la estrategia a seguir es $(0,1,0,0)$.

Para el caso de las estrategias $(0,0,1,0)$ y $(0,0,0,1)$ se procede de forma similar.

Aunque no siempre que se tenga el caso de una estrategia $(1,0,\dots,0)$ para n niveles de seguridad con valor $v = 1$ puede cambiarse la estrategia a una del tipo $(i_1, i_2, \dots, j, \dots, i_{n-1}, i_n)$ con $j=1$, $i_k = 0$ para $k=1,\dots,n$ y $j \neq i_k$, por lo que se deben buscar y verificar las estrategias factibles.

De los valores obtenidos el Jugador Fiscalizador elige a su consideración el valor P y una vez elegido utiliza las estrategias mixtas, no necesariamente tiene que seleccionar el valor P con el mayor valor esperado, ya que, si ocurre que los mayores valores esperados se dan con valores de P muy pequeños, el Jugador Fiscalizador puede no optar por estos buscando obtener un valor P mayor aunque el valor esperado sea menor. En este caso se observa que el mayor valor esperado corresponde al valor $P = 3.24$ y el Jugador Fiscalizador puede optar por elevar sus pretensiones y aspirar a obtener un valor $P = 3.91$ aunque reduzca su valor esperado.

Igualmente puede optar por elegir un valor P menor si considera que la probabilidad de lograrlo es muy baja, por ejemplo, para el valor $P = 3.91$, la probabilidad de lograr al menos ese valor es 0.5, si quisiera aumentar la probabilidad de obtener al menos un valor aunque esto implique bajar el valor P tiene que elegir a lo más el valor $P = 3.51$ que tiene una probabilidad de obtener al menos ese valor de 0.66.

5.- Limitaciones

- El modelo sólo otorga pautas generales de comportamiento que bien pueden o no adoptar los órganos fiscalizadores, no se espera encontrar la “mejor estrategia” para “atacar” al fiscalizado sino concientizar al órgano fiscalizador a que deben usar y encontrar estrategias distintas a la(s) que viene(n) usando.
- Por otra parte y debido a que las estrategias cuentan con parámetros que se dejan al criterio del fiscalizador el cual las pondera con base en su experiencia, este último puede decidir por usar una estrategia un poco diferente a la que otro agente fiscalizador use en contra de una misma entidad fiscalizada.
- El porcentaje de estrategias sobre el cual puede aplicarse el modelo se ve afectado y reducido debido a que existen ciertas entidades que tienen que ser sujetas a fiscalizar, ya sea por petición de la Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación (CVASF) o por la misma ASF (Revisiones recurrentes).
- Al obtener la matriz a resolver el problema dual presenta dependencia lineal, la cual al introducir las variables de holgura elimina esta limitante ocasionando que el vector de estrategias elimine una o más estrategias, dependiendo de la columna pivote que se seleccione (o en el caso de resolverlo por Solver de Excel, siempre toma la primera de las ecuaciones linealmente dependientes).

6.- Conclusiones

Al utilizar los Juegos Matriciales por Objetivos para seleccionar el vector de estrategias a utilizar el Jugador Fiscalizador puede seleccionar un valor objetivo dependiendo de su "*Apetito de Riesgo*", sin embargo su apetito se ve acotado a un límite, el cual se alcanza al elegir un valor P que provoque que en la matriz exista una columna con todas sus entradas = 0.

Esto evita que el Jugador Fiscalizado se vea tentado a solo intentar revisar los conceptos en donde los pagos sean mayores (en el caso de cantidades monetarias), lo que se convierte en una "*estrategia única*" ya que las mayores cantidades monetarias se concentran en pocos sectores y a su vez dentro de los propios sectores se concentran en determinados conceptos.

Análogamente si el Jugador Fiscalizador opta por valores de P bajos resultará en un matriz con muchas entradas = 1, por lo que se pueden tener una infinidad de soluciones y el vector de estrategias no puede ser calculado correctamente.

Para el caso de las cantidades monetarias es recomendable realizar una estratificación de los datos y realizar el juego para cada una de las clases obtenidas dejando la ponderación de estas al criterio del fiscalizador; sobre todo en el primer nivel del desagregado, es decir en el concepto principal (Ingresos del Gobierno Federal, Endeudamiento, Flujo de Efectivos, etcétera), de no hacerlo los conceptos con altas cantidades monetarias tendrán valores esperados mucho mayores respecto a las cantidades bajas los cuales pueden ser discriminados al seleccionar el valor P .

La Auditoría Superior de la Federación y en general la función auditora en el mundo se encuentran en un cambio constante para mejorar sus metodologías al realizar su trabajo; el Instituto de Auditores Internos (THEIIA) con base en la encuesta mundial de Auditoría Interna realizada en el 2010 destaca como punto principal, 10 imperativos para dicho cambio, entre los que se pueden mencionar:

- Llevar a cabo un plan de auditoría más ágil y flexible basado en el riesgo
- Desarrollar una visión estratégica de la Auditoría Interna
- Adquirir y desarrollar talento superior (desarrollar equipos)

En materia de Auditoría, México tiene un largo camino por recorrer; los resultados muestran que en cuanto a llevar a cabo un plan de auditoría estos sólo se actualizan en su mayoría anualmente y en cuanto a contar con una estrategia de auditoría interna sólo el 7% de los encuestados mexicanos cuenta con dicha estrategia.

De estos 2 imperativos nace la necesidad de desarrollar estrategias para preparar el plan de auditoría para el Juego de la Fiscalización (y para cualquier juego de este tipo) el cual debe actualizarse y mantenerse vigente a los retos de la función auditora; que para el caso de la ASF será la fiscalización.

Este nuevo plan debe estar basado en el riesgo, es decir, detectar las líneas estratégicas en donde se puedan detectar debilidades en los controles a revisar.

Al detectar correctamente dichas debilidades al realizar la selección de estrategias mediante el método propuesto los niveles de opacidad estipulados serán más acertados con lo que el modelo será más preciso.

En cuanto al adquirir y desarrollar talento superior nos habla sobre anticiparse a actividades que requieran aptitudes diferentes o ampliadas, la encuesta indica que alrededor del 50% de los encuestados espera contratar más personal en los próximos 5 años. Anteriormente la auditoría se enfocaba únicamente a la revisión financiera y operativa, es decir, enfocada al control administrativo sin embargo y debido a su evolución hoy son necesarios equipos de auditores multidisciplinarios al realizar una revisión; conocimientos en normas y leyes, conocimientos en materia contable, conocimientos del “negocio”, etcétera. El imperativo no habla de contar con “expertos” en la materia, pero al menos que cuenten con las herramientas y habilidades necesarias para desarrollar su labor.

Al contar con equipos multidisciplinarios la experiencia del Jugador Fiscalizador incrementa, esto lo favorecerá al contar con valores esperados mayores al utilizar el método propuesto.

El utilizar la teoría de juegos como herramienta para la fiscalización superior así como para las funciones de auditoría es sólo una de las muchas tácticas que pueden y deben ser utilizadas en la práctica, cambiando y mejorando constantemente no importa que ofrezcan buenos resultados.

Por tanto, es muy importante fomentar la cultura del uso de nuevas estrategias para llevar a cabo la rendición de cuentas en el país, con el objetivo de vigilar de una manera más adecuada la aplicación de los recursos públicos promoviendo la cultura de la fiscalización.

Tales acciones pueden tener efectos positivos como disminuir o inhibir la corrupción, recobrar la credibilidad de la ciudadanía en las instituciones e impulsar el desarrollo económico del país.

Anexos

Guía de Excel para obtener la matriz binaria a partir de los 4 factores, llamar al Solver y cómo utilizar las soluciones óptimas para encontrar las estrategias mixtas.

Para poder obtener las estrategias mixtas el Jugador Fiscalizador puede apoyarse en el Programa Excel en el cual puede aplicar el siguiente procedimiento:

1.- Crear una tabla la cuál debe contener los conceptos a revisar del Jugador Fiscalizado y los niveles respectivos de cada uno de ellos. El número total de conceptos a revisar y los niveles de opacidad que se asignan a cada concepto pueden ser distintos.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5.1)	(5.2)	...	(5.m)	(6.1)	...	(6.m)

(1) = Columna de Conceptos

(2) = Cantidad monetaria o de atributos para cada Concepto

(3) = Experiencia para revisar cada Concepto

(4) = Probabilidad de revisar cada Concepto

(5) = Niveles de Opacidad

(5.1) 1er Nivel de Opacidad para cada concepto

(5.2) 2do Nivel de Opacidad para cada concepto

...

(5.n) Último Nivel de Opacidad para cada concepto

(6) = Probabilidad de que el nivel de opacidad sea utilizado

(6.1) Probabilidad de usar el 1er Nivel de Opacidad

(6.n) Probabilidad de usar el Último Nivel de Opacidad

2.- Se llena la tabla con los valores correspondientes a cada concepto: experiencia, probabilidad de revisar cada concepto, niveles de opacidad y probabilidad de que cada nivel de opacidad sea utilizado.

Concepto	Cantidad	Exp	P.R.C.	N.O. 1	N.O. 2	.	.	N.O. m	P.N.O. 1	P.N.O. 2	.	.	P.N.O. m
1	k ₁	exp ₁	prc ₁	no1 ₁	no2 ₁	.	.	nom ₁	pno1 ₁	pno2 ₁	.	.	pnom ₁
2	k ₂	exp ₂	prc ₂	no1 ₂	no2 ₂	.	.	nom ₂	pno1 ₂	pno2 ₂	.	.	pnom ₂
.
.
n	k _n	exp _n	prc _n	no1 _n	no2 _n	.	.	nom _n	pno1 _n	pno2 _n	.	.	pnom _n

3.- Para obtener la primera matriz a partir de la cual el Jugador elige el valor *P* se realiza lo siguiente:

Se hace una tabla de tamaño *n * m* en donde *n* es el número de conceptos a revisar para cierto rubro y *m* es el número de Niveles de opacidad que se proponen para cada concepto a revisar. El llenado de la tabla se realiza de la manera siguiente:

$$\begin{aligned}
 &= k_1 * exp_1 * prc_1 * no1_1 * pno1_1 &= k_1 * exp_1 * prc_1 * no1_2 * pno1_2 & \dots &= k_1 * exp_1 * prc_1 * no1_m * pno1_m \\
 &= k_2 * exp_2 * prc_2 * no1_1 * pno1_1 &= k_2 * exp_2 * prc_2 * no1_2 * pno1_2 & \dots &= k_2 * exp_2 * prc_2 * no1_m * pno1_m \\
 & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 &= k_n * exp_n * prc_n * no1_1 * pno1_1 &= k_n * exp_n * prc_n * no1_2 * pno1_2 & \dots &= k_n * exp_n * prc_n * no1_m * pno1_m
 \end{aligned}$$

Por lo que se obtiene la siguiente matriz

$$\begin{bmatrix}
 a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1m} \\
 a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2m} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nm}
 \end{bmatrix}$$

4.- Una vez obtenida la primera matriz y según el criterio del Jugador Fiscalizador se elige el valor objetivo P , una vez seleccionado ya es posible obtener la matriz binaria, para esto se utiliza la función SI de Excel.

Se selecciona el valor P , este es el criterio sobre el cual se toma el valor de 1 si el valor celda es mayor o igual a P ó 0 en caso de que el valor de la celda sea menor al valor P .

Se crea otra tabla de tamaño $n \times m$ y en cada celda se pone la siguiente función:

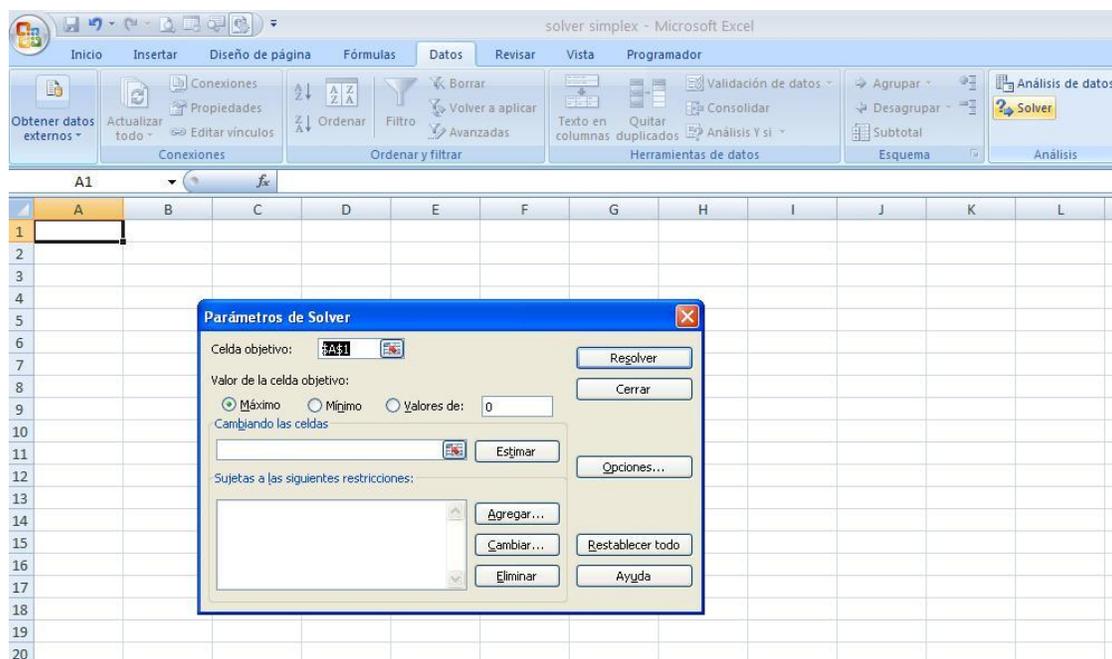
$$\begin{array}{ccccccc}
 = \text{Si}(\text{valor } P < a_{11}, 1, 0) & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{12}, 1, 0) & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{13}, 1, 0) & \dots & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{1m}, 1, 0) \\
 = \text{Si}(\text{valor } P < a_{21}, 1, 0) & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{22}, 1, 0) & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{23}, 1, 0) & \dots & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{2m}, 1, 0) \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 = \text{Si}(\text{valor } P < a_{n1}, 1, 0) & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{n2}, 1, 0) & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{n3}, 1, 0) & \dots & = \text{Si}(\text{valor } P < a_{nm}, 1, 0)
 \end{array}$$

Dependiendo del valor P que sea seleccionado se obtiene una matriz cuyas entradas son 0 ó 1, de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix}
 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\
 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 1 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 1
 \end{bmatrix}$$

5.- Una vez obtenida la matriz binaria se necesita utilizar la herramienta *Solver*²⁴ para poder calcular las estrategias óptimas. Al seleccionar la herramienta *Solver* aparece la tabla siguiente, la cual permite describir el problema de optimización a Excel donde se realizan las especificaciones deseadas.

²⁴ Generalmente la herramienta Solver no se encuentra activada en Excel, para esto se tiene que ingresar a “Opciones de Excel”; en la sección “Complementos” seleccionar “Complementos de Excel”, hacer click en el botón “Ir” y activar la casilla “Solver”. Una vez activada, la herramienta Solver se encuentra en la pestaña “Datos” de la barra de herramientas en la sección de “Análisis”.



El campo *Celda Objetivo*, contiene la celda donde se encuentra la función objetiva correspondiente al problema es cuestión.

El campo *Valor de la Celda Objetivo* se utiliza para seleccionar si se desea obtener el máximo o el mínimo, en este caso lo que se desea es maximizar la función.

El cuadro de diálogo *Cambiando las Celdas* contiene la ubicación de las variables de decisión para el problema

Por último, las restricciones se deben especificar en el cuadro de diálogo *Sujeto a las Sigüientes Restricciones* haciendo *click*, en el botón *Agregar*, al hacerlo aparece una pantalla como la siguiente:



En el campo *Referencia de Celda* se especifica la ubicación de la celda (por lo general una celda con una fórmula), después se introduce el tipo de restricción (\leq , \geq , etcétera).

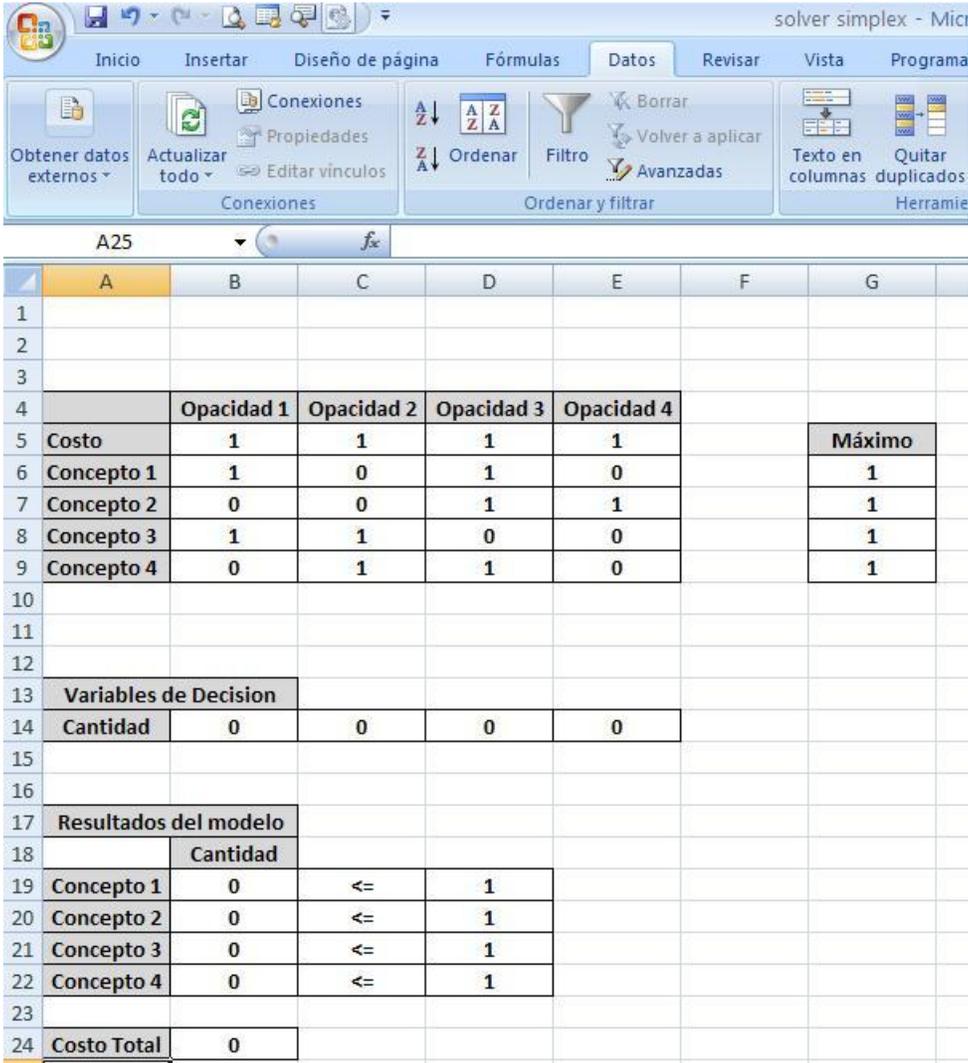
El campo Restricción puede contener una fórmula de celdas, o una referencia de celdas o valor numérico.

Para el ejemplo de la sección 6.2.1, se procede de la siguiente manera:

Primero se tiene que modelar el escenario, por lo que se toma la matriz obtenida de la tabla de factores a través del valor P

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Y se procede a modelar el escenario:



The screenshot shows the Excel Solver interface with the following data table:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4		Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4		
5	Costo	1	1	1	1		Máximo
6	Concepto 1	1	0	1	0		1
7	Concepto 2	0	0	1	1		1
8	Concepto 3	1	1	0	0		1
9	Concepto 4	0	1	1	0		1
10							
11							
12							
13	Variables de Decision						
14	Cantidad	0	0	0	0		
15							
16							
17	Resultados del modelo						
18		Cantidad					
19	Concepto 1	0	<=	1			
20	Concepto 2	0	<=	1			
21	Concepto 3	0	<=	1			
22	Concepto 4	0	<=	1			
23							
24	Costo Total	0					

Donde la columna “máximo” corresponde a la restricción $x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n = 1$ para cada una de las filas. Y la fila “Costo” se refiere a que las cantidades son unitarias ($1x_1, 1x_2, \dots, 1x_n$).

Después se introduce una tabla con las *Variables de Decisión*, dicha tabla contendrá tanto ceros como conceptos se vayan a revisar y “Solver” la toma como base para resolver el problema. Para terminar se tabla *Resultados del Modelo* muestra los resultados preliminares del modelo.

En la columna “Cantidad” de la Tabla correspondiente a “Resultados del Modelo” para cada concepto se necesita calcular la SUMAPRODUCTO del renglón “concepto” que se encuentra en la tabla del modelo a optimizar (la de 0 y 1) y el renglón “cantidad” de la tabla “Variables de decisión”.

	Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4	Máximo
Costo	1	1	1	1	
Concepto 1	1	0	1	0	1
Concepto 2	0	0	1	1	1
Concepto 3	1	1	0	0	1
Concepto 4	0	1	1	0	1

Variables de Decisión				
Cantidad				
0	0	0	0	0

Resultados del modelo				
Cantidad				
1				
1				
1				
1				

Para el “Costo Total”, se calcula la SUMAPRODUCTO del renglón “costo” que se encuentra en la tabla del modelo a optimizar y el renglón “cantidad” de la tabla “Valores de decisión”.

	Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4	Máximo
Costo	1	1	1	1	
Concepto 1	1	0	1	0	1
Concepto 2	0	0	1	1	1
Concepto 3	1	1	0	0	1
Concepto 4	0	1	1	0	1

Variables de Decisión				
Cantidad				
0	0	0	0	0

Resultados del modelo				
Cantidad				
0		<=	1	
0		<=	1	
0		<=	1	
0		<=	1	

Costo Total	=SUMAPRODUCTO(B14:E14,B5:E5)				
-------------	------------------------------	--	--	--	--

Después se llama al “*Solver*” para especificar el problema a optimizar, al hacerlo aparece la siguiente tabla:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4		Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4						
5	Costo	1	1	1	1		Máximo				
6	Concepto 1	1	0	1	0		1				
7	Concepto 2	0	0	1	1		1				
8	Concepto 3	1	1	0	0		1				
9	Concepto 4	0	1	1	0		1				
10											
11											
12											
13	Variables de Decision										
14	Cantidad	0	0	0	0						
15											
16											
17	Resultados del modelo										
18	Cantidad										
19	Concepto 1	0	<=	1							
20	Concepto 2	0	<=	1							
21	Concepto 3	0	<=	1							
22	Concepto 4	0	<=	1							
23											
24	Costo Total	0									
25											

Celda objetivo:		Resolver
Valor de la celda objetivo:		Cerrar
<input checked="" type="radio"/> Máximo <input type="radio"/> Mínimo <input type="radio"/> Valores de: 0	Estimar	Opciones...
Cambiando las celdas		
Sujetas a las siguientes restricciones:	Agregar...	Restablecer todo
	Cambiar...	Ayuda
	Eliminar	

Después se introducen los valores respectivos de los parámetros del Solver.

La **Celda Objetivo** corresponde a la celda del “**Costo Total**”

En el **Valor de la celda objetivo** se selecciona la casilla “**Máximo**”

Cambiando las celdas corresponde a las celdas de “**Cantidad**” en las “**Variables de decisión**”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4		Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4						
5	Costo	1	1	1	1		Máximo				
6	Concepto 1	1	0	1	0		1				
7	Concepto 2	0	0	1	1		1				
8	Concepto 3	1	1	0	0		1				
9	Concepto 4	0	1	1	0		1				
10											
11											
12											
13	Variables de Decision										
14	Cantidad	0	0	0	0						
15											
16											
17	Resultados del modelo										
18	Cantidad										
19	Concepto 1	0	<=	1							
20	Concepto 2	0	<=	1							
21	Concepto 3	0	<=	1							
22	Concepto 4	0	<=	1							
23											
24	Costo Total	0									
25											

Celda objetivo:	\$B\$24	Resolver
Valor de la celda objetivo:		Cerrar
<input checked="" type="radio"/> Máximo <input type="radio"/> Mínimo <input type="radio"/> Valores de: 0	Estimar	Opciones...
Cambiando las celdas	\$B\$14:\$E\$14	
Sujetas a las siguientes restricciones:	Agregar...	Restablecer todo
	Cambiar...	Ayuda
	Eliminar	

En “*Sujetas a las siguientes restricciones*” hacer *click* en agregar, donde aparece la tabla para establecer la referencia y la restricción.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4		Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4					
5	Costo	1	1	1	1		Máximo			
6	Concepto 1	1	0	1	0		1			
7	Concepto 2	0	0	1	1		1			
8	Concepto 3	1	1	0	0		1			
9	Concepto 4	0	1	1	0		1			
10										
11										
12										
13	Variables de Decision									
14	Cantidad	0	0	0	0					
15										
16										
17	Resultados del modelo									
18	Cantidad									
19	Concepto 1	0	<=	1						
20	Concepto 2	0	<=	1						
21	Concepto 3	0	<=	1						
22	Concepto 4	0	<=	1						
23										
24	Costo Total	0								

Referencia de la celda:	Restricción:
=\$B\$19:\$B\$22	<= =\$G\$6:\$G\$9
Aceptar	Cancelar
Agregar	Ayuda

Hacer Click en Opciones y seleccionar “*Adoptar modelo lineal*”, “*Adoptar no negativos*”, y se procede a obtener las soluciones óptimas.

Opciones de Solver	
Tiempo:	100 segundos
Iteraciones:	100
Precisión:	0,000001
Tolerancia:	5 %
Convergencia:	0,0001
<input checked="" type="checkbox"/> Adoptar modelo lineal	<input type="checkbox"/> Usar escala automática
<input checked="" type="checkbox"/> Adoptar no negativos	<input type="checkbox"/> Mostrar resultado de iteraciones
Estimación	Derivadas
<input checked="" type="radio"/> Tangente	<input checked="" type="radio"/> Progresivas
<input type="radio"/> Cuadrática	<input type="radio"/> Centrales
	Buscar
	<input checked="" type="radio"/> Newton
	<input type="radio"/> Gradiente conjugado

Una vez que el problema a optimizar queda especificado la pantalla *Parámetros de Solver* queda de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3											
4		Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4						
5	Costo	1	1	1	1		Máximo				
6	Concepto 1	1	0	1	0		1				
7	Concepto 2	0	0	1	1		1				
8	Concepto 3	1	1	0	0		1				
9	Concepto 4	0	1	1	0		1				
10											
11											
12											
13	Variables de Decision										
14	Cantidad	0	0	0	0						
15											
16											
17	Resultados del modelo										
18	Cantidad										
19	Concepto 1	0	<=	1							
20	Concepto 2	0	<=	1							
21	Concepto 3	0	<=	1							
22	Concepto 4	0	<=	1							
23											
24	Costo Total	0									

Parámetros de Solver

Celda objetivo:

Valor de la celda objetivo: Máximo Mínimo Valores de:

Cambiando las celdas:

Sujetas a las siguientes restricciones:

Finalmente se resuelve el problema, el cual arroja el siguiente resultado:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4		Opacidad 1	Opacidad 2	Opacidad 3	Opacidad 4			
5	Costo	1	1	1	1		Máximo	
6	Concepto 1	1	0	1	0		1	
7	Concepto 2	0	0	1	1		1	
8	Concepto 3	1	1	0	0		1	
9	Concepto 4	0	1	1	0		1	
10								
11								
12								
13	Variables de Decision							
14	Cantidad	0.5	0.5	0.5	0.5			
15								
16								
17	Resultados del modelo							
18	Cantidad							
19	Concepto 1	1	<=	1				
20	Concepto 2	1	<=	1				
21	Concepto 3	1	<=	1				
22	Concepto 4	1	<=	1				
23								
24	Costo Total	2						

Se puede observar que las cantidades de la tabla *Variables de Decisión* han cambiado de (0,0,0,0) a (0.5,0.5,0.5,0.5), dichas cantidades nos sirven para encontrar las estrategias mixtas en donde el vector (0.5,0.5,0.5,0.5) corresponde a (y'_1, y'_2, y'_3, y'_4) y ya con esto se puede obtener el vector de estrategias mixtas (y_1, y_2, y_3, y_4) , que en este caso resulta $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$.

Formas de entender al Juego de la Fiscalización²⁵

El Juego de la Fiscalización puede verse o expresarse en dos formas: como juego dinámico o como juego estático. En primer lugar se ve al juego en forma dinámica la cual es la forma en cómo se desarrolla el juego en la realidad, después se reduce al caso del juego estático para llegar a la solución.

El juego dinámico

El juego dinámico con información completa y perfecta

En los juegos dinámicos las decisiones de los jugadores suceden una después de la otra, es decir no son simultáneas, estos juegos pueden ser de varios tipos, entre ellos el de información completa y perfecta en el cual los jugadores conocen todas las funciones de pagos de ellos mismos y de los demás y conocen que los otros jugadores tienen el mismo conocimiento.

Una de las maneras de resolver este tipo de juegos es mediante la inducción hacia atrás

Este tipo de juego consiste en lo siguiente:

- 1- El jugador 1 escoge una acción a_1 de un conjunto factible A_1 .
- 2- El jugador 2 observa a_1 y escoge una acción a_2 del conjunto factible A_2 .
- 3- Las ganancias son $u_1(a_1, a_2)$ y $u_2(a_1, a_2)$.

Las características clave de un juego dinámico con información completa y perfecta son:

- Las sucesiones se toman de manera sucesiva.
- Todas las decisiones anteriores son conocidas antes de tomar la decisión siguiente.
- Las ganancias de los jugadores para cada combinación posible de jugadas son información del dominio público.

Basta con que el Jugador Fiscalizador y el Jugador Fiscalizado conozcan las ganancias del otro para considerar que son de dominio público.

Este juego se resuelve de la manera siguiente:

Cuando al jugador 2 le corresponde decidir en la segunda etapa del juego se enfrenta al problema siguiente dada la acción a_1 previamente adoptada por el jugador 1:

$$\max_{a_2 \in A_2} u_2(a_1, a_2).$$

²⁵ En esta sección se realizan una serie de analogías para observar la forma en que el Juego de la Fiscalización en donde el Jugador Fiscalizador elige la “Estrategia única” se desarrolla dependiendo del tipo de juego (Estático, dinámico o extensivo, de información completa, etcétera)

Al suponer que para cada a_1 en A_1 , el problema de optimización del jugador 2 tiene una única solución que se puede denotar $R_2(a_1)$. Esta es la mejor respuesta a la acción del jugador 1. Dado que el jugador 1 puede resolver el problema de maximización del jugador 2 tanto como el propio jugador 2, el jugador 1 debe prever la reacción del jugador 2 a cada acción a_1 que el jugador 1 puede tomar, de forma que el problema del jugador 1 en la primera etapa se concreta en:

$$\max_{a_1 \in A_1} u_1(a_1, R_2(a_1)).$$

Este problema de optimización del jugador 1 tiene también una solución única que se puede denominar a_1^* de modo que la solución es:

$$(a_1^*, R_2(a_1^*))$$

Que es el “*resultado por inducción hacia atrás*” en el juego.

La expresión anterior implica que el Jugador Fiscalizador usa como estrategia a a_1^* , que es la mejor acción que puede tomar ante la probable respuesta $R_2(a_1)$ que es la mejor acción que el Jugador Fiscalizado toma ante la acción que el Jugador Fiscalizador utiliza primeramente.

Para el caso del Jugador Fiscalizador y el Jugador Fiscalizado el juego como se ha estipulado se desarrolla de la forma siguiente:

Se considera al Jugador Fiscalizador como el Jugador 1 y al Jugador Fiscalizado como el jugador 2.

El Jugador Fiscalizador tiene 2 alternativas: Revisar con la “*estrategia única*” o revisar con otra estrategia, elige revisar con la “*estrategia única*”, el jugador 2 observa esto, y entonces decide actuar de 2 maneras: Utilizar su “*mejor respuesta*” ante la “*estrategia única*” o elegir al menos una estrategia que sea una de las mejores respuestas y que ocasione una utilidad menor al Jugador Fiscalizador, por consiguiente actúa con su “*mejor respuesta*”, el jugador Fiscalizador debe prever que el Jugador Fiscalizado actúa de esta forma si usa la “*estrategia única*” por lo que tiene que utilizar una estrategia que maximice la utilidad ante la respuesta del jugador Fiscalizado, pero en la hipótesis esto no es así, por lo que la solución del juego es:

$$(e_1^*, g_j^*)$$

Donde $e_1^* = a_1^*$ y $g_j^* = R_2(a_1^*)$

Por lo que lo óptimo para el Jugador Fiscalizado es utilizar su “*mejor respuesta*” que es actuar con opacidad y su “*mejor respuesta*” puede ser cualquier g_j^* del conjunto G_j^* porque sabe que el Jugador Fiscalizador actúa de forma irracional y elige una estrategia estrictamente dominada. Dado que el juego no llega a una segunda etapa de elección del Jugador Fiscalizador no existe la posibilidad que el Jugador Fiscalizador se comporte de manera racional en dicha etapa, sin

embargo también es posible considerar al juego por etapas como un solo juego, donde cada etapa corresponde a cada revisión (anual) que realizan los Jugadores Fiscalizadores.

Sin embargo si el Jugador Fiscalizador siempre actúa con la “*estrategia única*” ocasiona que el Jugador Fiscalizado no tenga motivos para dejar de usar su “*mejor respuesta*” ante el ataque del Jugador Fiscalizador. En contraparte si elige una estrategia diferente a la “*estrategia única*” el Jugador Fiscalizado se ve forzado a no poder usar su “*mejor respuesta*” (ya que no puede resolver el juego por inducción hacia atrás utilizando como solución única su “*mejor respuesta*” porque el Jugador Fiscalizador evita que el Fiscalizado pueda elegir esta opción), además sabe que el Jugador Fiscalizador se comporta de manera racional (El jugador Fiscalizador sabe que el Jugador Fiscalizado se comporta de manera racional).

De manera que la solución del juego es de la forma:

$$(e'_j, g'_j)$$

Donde $e'_j = a_1^*$ y $g'_j = R_2(a_1^*)$ y $u(e'_j) > u(e_1^*)$, $u(g'_j) > u(g_1^*)$

La estrategia e'_j , es cualquier estrategia del conjunto de estrategias E' donde

$E' = (e'_1, e'_2, \dots, e'_m)$ en donde cada e'_j es una estrategia que le da mayor utilidad al Jugador Fiscalizador que usar la “*estrategia única*” sin importar el tipo de estrategia utilizada por el Jugador Fiscalizado. (Que ya no puede usar su “*mejor respuesta*”).

La estrategia g'_j es cualquier estrategia del conjunto de estrategias G' donde:

$G' = (g'_1, g'_2, \dots, g'_n)$ en donde cada g'_j es una estrategia que la da una utilidad menor al Jugador Fiscalizado que usar su “*mejor respuesta*” o una de sus mejores respuestas del conjunto g_1^* sin importar el tipo de estrategia utilizada por el Jugador Fiscalizador (Que ya no utiliza su “*estrategia única*”).

Entonces no importa quien empieza primero el desarrollo del juego. Si el Jugador Fiscalizador utiliza una estrategia diferente a la “*estrategia única*” el Jugador Fiscalizado debe notar el cambio de estrategia por lo que tiene que modificar su estrategia. A la primera ocasión que esto ocurre el Jugador Fiscalizado se ve sorprendido y su defensa no es tan buena, por lo que la tiene que modificar para la siguiente etapa del juego, ya que no sabe si el Jugador Fiscalizador se comporta de forma racional conscientemente y se comporta de forma similar las siguientes ocasiones o actúa de forma irracional consciente o inconscientemente haciendo una especie de “*parloteo*”. Cualquiera que sea el caso el Jugador Fiscalizado se ve obligado en la siguiente ocasión en que el juego se realice a utilizar una estrategia g'_j

Si es el Jugador Fiscalizado quien empieza el juego dado que este utiliza una de sus mejores respuestas para la "estrategia única" al Jugador Fiscalizador le es más fácil utilizar una estrategia e'_j , lo que ocasiona que en la siguiente etapa del juego el Jugador Fiscalizado utilice una de sus estrategias g'_j .

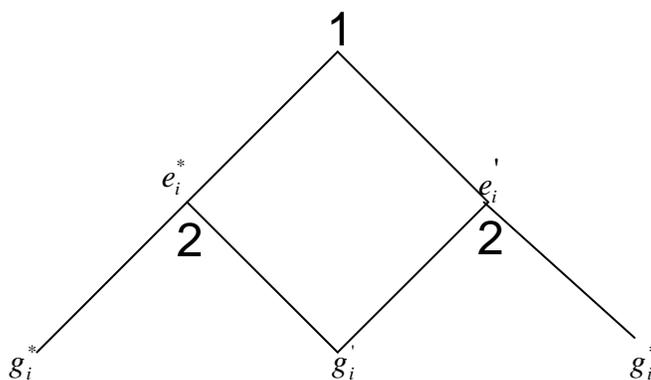
Si es el Jugador Fiscalizado quien empieza el juego, dado que este utiliza una de sus mejores respuestas para la "estrategia única" al Jugador Fiscalizador le es más fácil utilizar una estrategia e'_j , lo que ocasiona que en la siguiente etapa del juego el Jugador Fiscalizado utilice una de sus estrategias g'_j .

De manera que la solución del juego al final de las etapas es:

$$(e'_j, g'_j)$$

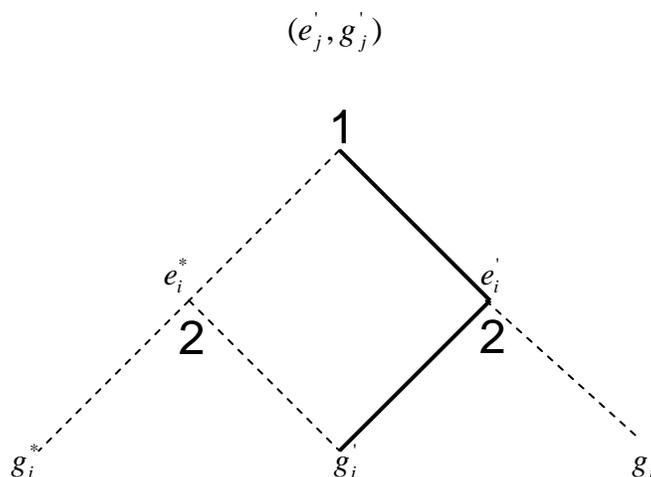
Donde no importando que e'_j y g'_j se utilicen las utilidades de estas estrategias para el Jugador Fiscalizado son menores que con g_j^*

$$u(e'_j, g'_j) < u(e'_j, g_j^*)$$

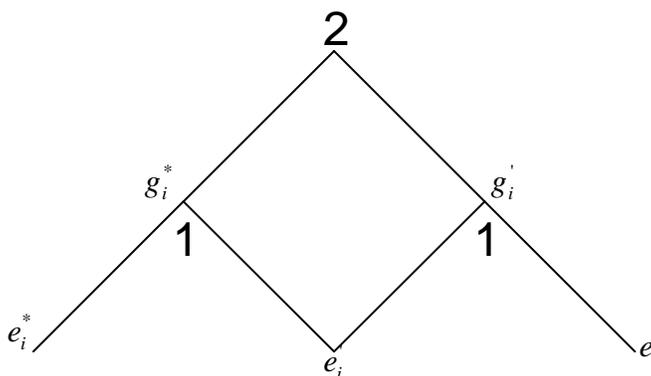


Donde 1 es el Jugador Fiscalizador y 2 es el Jugador Fiscalizado, al resolver el juego por inducción hacia atrás si el Jugador Fiscalizado escoge g_j^* , esto quiere decir que el Jugador 1 escogió e_j^* o e'_j , pero el Jugador Fiscalizado sabe que el Jugador Fiscalizador ya no va a escoger e_j^* porque queda en desventaja entonces utiliza e'_j , por lo que puede elegir g_j^* o g'_j , pero no puede elegir g_j^* porque sabe que al Jugador Fiscalizador le conviene usar e'_j , por lo que se ve más afectado con

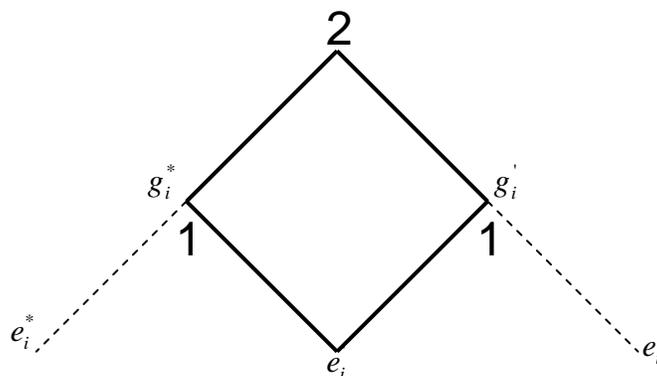
esta decisión que si juega g'_i , entonces el Jugador Fiscalizado juega g'_j porque sabe que el Jugador Fiscalizador jugará e'_j . Por lo que solo hay una solución posible.



Y si el Jugador Fiscalizado es quien empieza se tiene:



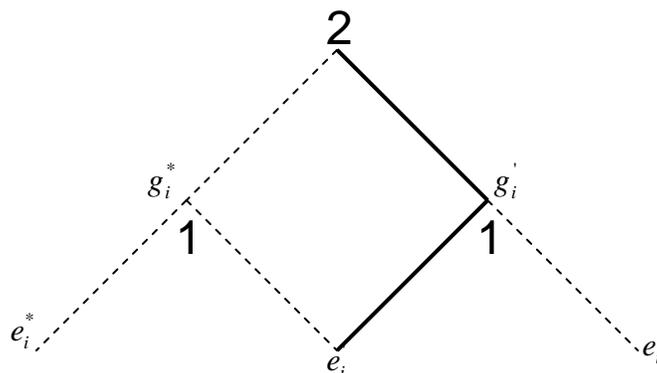
Si el Jugador Fiscalizador escoge e_j^* quiere decir que el Jugador Fiscalizado escogió la estrategia g_j^* o la estrategia g'_j , sin embargo el Jugador Fiscalizado sabe que no puede utilizar la estrategia e_j^* , ya que está estrictamente domina por las estrategias del Jugador Fiscalizado, en esta etapa del juego el Jugador Fiscalizador tiene que escoger como estrategia e'_j , la cual es una estrategia mejor a usar e_j^* , por lo que el resultado en estas dos primeras etapas del juego es:



El Jugador Fiscalizado todavía piensa que el Jugador Fiscalizador puede actuar de forma irracional por lo no descarta la posibilidad de usar como estrategia a g_j^* y de todas maneras obtener una ganancia.

Como en esta segunda etapa el juego concluye con la decisión del Jugador Fiscalizador de elegir como estrategia a e_j^* , para la tercera etapa se espera que el Jugador Fiscalizado actúe como si el Jugador Fiscalizador hubiera sido el primer en actuar, de manera que la solución final del juego vuelve a ser:

$$(e_j^*, g_j^*)$$



Y ya no tiene motivos para elegir g_j^* , porque el Jugador Fiscalizador sabe que si actúa de forma irracional sus ganancias se verán disminuidas, entonces se comporta de forma racional obligando al Jugador Fiscalizado a comportarse de igual forma, ya que si pretende actuar de forma irracional utilizando g_j^* también verá disminuidas sus ganancias.

Trasladando este tipo de juegos a la ASF, el Jugador 2 (el Jugador Fiscalizado) es el que actúa primero, y la ASF puede ver qué tipo de estrategia utilizó al revisar la Cuenta de la Hacienda

Pública Federal y la documentación que le solicito a las entidades y a partir de esta información elige su estrategia. En este caso el juego se simplifica a estas 2 pasos:

- Paso 1: Las Entidades Fiscalizadas actúan durante el año n
- Paso 2: La ASF elige sus estrategias a partir de la información proporcionada, para revisar la Cuenta Pública del año n

Otro enfoque que se le puede dar es que el Jugador Fiscalizador, o sea la ASF, actuó primero con cierta estrategia, por lo que el Jugador Fiscalizado observó y con base en eso buscará una estrategia que le permite obtener mejores ganancias. Aquí el juego tiene 3 pasos:

- Paso 1: La ASF realizó la revisión de la Cuenta Pública del Año n
- Paso 2: Las Entidades Fiscalizadas observaron y preparan sus estrategias para la Cuenta Pública del Año n+2
- Paso 3: La ASF revisa la Cuenta Pública del Año n+2 y prepara sus estrategias para revisar.
-

Se consideran los años n y n+2 ya que el proceso de la fiscalización de la Cuenta Pública es el siguiente:

En Abril

del año n (digamos 2001) se recibe la Cuenta Pública del año 2000, por lo que en 2001 se revisa lo del año 2000, las Entidades Fiscalizadas observan cómo se revisa la Cuenta Pública del año 2000 durante todo el 2001, por lo que preparan sus estrategias para el 2002. Análogamente la ASF observa cómo se comportaron las Entidades Fiscalizadas en 2001 y preparan sus estrategias para revisar la Cuenta Pública del 2002 durante el 2003.

Puede parecer que la ASF está en desventaja al revisar de forma atrasada, pero si logra usar una estrategia ganadora entonces al Jugador Fiscalizado le toma un año adicional encontrar la estrategia que contrarreste a la utilizada por la ASF (el año que lo descubren y el año posterior porque se considera que si los jugadores no cambian su estrategia si les funciona y en este caso existe un retraso de un año para que los jugadores tengan oportunidad de cambiar de estrategia).²⁶

El juego dinámico con información completa pero imperfecta

En los juegos dinámicos con información completa y perfecta las decisiones se toman después de haber visto actuar a cada jugador, sin embargo existen juegos en los cuales existe un grado de incertidumbre sobre las estrategias que eligen los jugadores, concretamente se basa en la

²⁶ En caso de funcionar la estrategia elegida por el Jugador Fiscalizador este no solo puede repetir el uso de la misma estrategia, además puede mejorarla al escoger una estrategia similar por lo menos en la siguiente vez que el juego se repite; en caso de que no funcione la estrategia elegida, al realizarse nuevamente el juego si el Jugador Fiscalizador observa un escenario similar al del juego pasado en cuanto al comportamiento del Jugador Fiscalizado, no puede repetir la estrategia anterior o alguna estrategia similar a esa y debe cambiar por una que al menos reduzca las ganancias del Fiscalizado.

incertidumbre que el jugador 2 tiene sobre lo que va a realizar el jugador 1, por lo que tiene que crear una serie de estrategias dependiendo de forma en que el actué.

Para el caso del Juego entre el Fiscalizador y el Fiscalizado se tiene lo siguiente:

El Jugador Fiscalizador tiene 2 estrategias: Elegir su “*estrategia única*” o elegir otra estrategia.

El jugador Fiscalizado tiene 4 estrategias a partir de su campo de estrategias el cual es: Actuar con opacidad o Actuar sin Opacidad.

- Estrategia 1: Si el Fiscalizador elige su “*estrategia única*”, el Fiscalizado elige actuar con opacidad.
- Estrategia 2: Si el Fiscalizador elige otra estrategia, el Fiscalizado elige actuar con opacidad.
- Estrategia 3: Si el Fiscalizador elige su “*estrategia única*”, el Fiscalizado elige actuar sin opacidad.
- Estrategia 4: Si el Fiscalizador elige otra estrategia, el Fiscalizado elige actuar sin opacidad.

Por lo que el juego se desarrolla como sigue:

- El Jugador Fiscalizador escoge entre su “*estrategia única*” o elegir otra estrategia.
- El Jugador Fiscalizado no sabe que escogió el Jugador Fiscalizador pero escoge cualquiera de sus 4 estrategias.
- Las ganancias son $u_1(a_1, a_2)$ y $u_2(a_1, a_2)$.

En donde a_1 es la estrategia usada por el Jugador Fiscalizador y a_2 es la estrategia usada por el Jugador Fiscalizado.

O en su defecto el Jugador Fiscalizado puede elegir entre actuar con opacidad y actuar sin opacidad por lo que el Jugador Fiscalizador tiene 4 estrategias a seguir:

- Estrategia 1: Opacidad – “*estrategia única*”.
- Estrategia 2: No Opacidad – “*estrategia única*”.
- Estrategia 3: Opacidad – Otra estrategia.
- Estrategia 4: No Opacidad – Otra estrategia.

En donde a_1 es la estrategia usada por el Jugador Fiscalizado y a_2 es la estrategia usada por el Jugador Fiscalizador.

En este tipo de juego existe un desconocimiento sobre los movimientos anteriores, dicho desconocimiento es normal en este tipo de juego entre el Jugador Fiscalizador y el Jugador Fiscalizado.

Cuando cualquier órgano fiscalizador realiza una revisión cuenta con la desventaja de no saber con 100% de seguridad la forma en que actuó el fiscalizado por lo que existe un grado de ignorancia del Jugador Fiscalizador. Para el caso del Jugador Fiscalizado la ignorancia es menor ya que a pesar de que está sujeta a qué tipo de estrategia utiliza el Jugador Fiscalizador (que sólo son dos) las

revisiones por los órganos revisores siguen un cierto protocolo, por lo que su *conjunto de información* es mayor.

Un conjunto de información de un jugador es una colección de nodos de decisión que satisface:

- Al jugador le corresponde jugar en cada nodo del conjunto de información.
- Cuando en el transcurso del juego se llega a un nodo del conjunto de información, el jugador al que le corresponde decidir no sabe a qué nodo dentro del conjunto de información se ha llegado (o no se ha llegado).

La solución para ambos jugadores a este tipo de juegos es jugar una estrategia de seguridad, pero esto significa que ni el Jugador Fiscalizador opta por la “*estrategia única*” ni tampoco el Jugador Fiscalizado opta por usar g_j^* ya que estas son estrategias no seguras por lo que tienen que adoptar una estrategia del tipo (e_j', g_j') .

El juego de la fiscalización visto solamente como la revisión de la Cuenta Pública es un juego con información perfecta, el cual se convierte en uno de información imperfecta cuando se llevan a cabo el desarrollo de las auditorías. Ya que a ciencia cierta el Jugador Fiscalizado no sabe con qué estrategia lo va a atacar el Jugador Fiscalizador en la revisión e igualmente el Jugador Fiscalizador no sabe con qué clase de estrategia se va a defender el Jugador Fiscalizado, lo único que saben es que deben ser estrategias del tipo (e_j', g_j') .

Sin importar si el juego es de información perfecta o imperfecta la solución es un cambio de la “*estrategia única*”. Puede pensarse que el juego de la fiscalización solo puede estudiarse mediante los juegos dinámicos ya que el proceso de revisión así lo indica pero si se trata al juego como un caso de juego estático nos da más herramientas para conocer la forma en que el nuevo conjunto de estrategias debe ser.

El juego estático con información incompleta

En los juegos de información completa las funciones de ganancias de los jugadores son información del dominio público, para el caso del juego de la fiscalización anteriormente se tomó como cierto que tanto el Jugador Fiscalizador así como el Jugador Fiscalizado saben las ganancias de cada uno, sin embargo existen juegos con información incompleta (llamados juegos bayesianos) en donde al menos uno de los jugadores no está seguro de la ganancia de otro jugador.

Al referirse a juego estático quiere decir que esté se lleva a cabo en un solo paso (decisiones simultáneas), como en el dilema de los prisioneros o en la batalla de los sexos y aunque transcurra mucho tiempo para conocer el resultado ninguno sabe la decisión del otro hasta terminado el juego.

Para el caso de este juego, el jugador que no está seguro de la ganancia del otro jugador es el Fiscalizador, ya que al actuar con su “*estrategia única*” provoca que el jugador fiscalizado conozca

su función de ganancias con base en cómo actúa el fiscalizador y como debe actuar, caso contrario para el fiscalizador que no está completamente seguro del actuar del fiscalizado y por lo tanto desconoce la función de ganancias.

El hecho de que exista información privada conduce de forma natural a que los jugadores informados intenten comunicar (o confundir) a las no informadas, y las no informadas tratan de conseguir información. Este enfoque se estudia de manera opuesta, es decir, ¿Qué pasa si el fiscalizador quien no está seguro de la ganancia del juego intenta confundir al fiscalizado ya sea haciéndole creer que posee o no tal información o que actúa o no de cierta manera?²⁷

Debido a que el Jugador Fiscalizador sabe que el Jugador Fiscalizado tiene ventaja sobre él y el Jugador Fiscalizado sabe que el Jugador Fiscalizador lo sabe el Jugador fiscalizador puede elegir 2 tipos de estrategia de opacidad: O_a (opacidad alta) para aquellos rubros en donde se sepa con gran ventaja ya sea por su experiencia, la probabilidad de que sea revisado, etcétera y O_b (opacidad baja/nula) para aquellos rubros en donde no se siente con una ventaja considerable. Dado que el Jugador Fiscalizador utiliza una estrategia única lo que pretende el Jugador Fiscalizado para los rubros donde siente confianza es:

$$\max_{E(FISCALIZADO)} [E(FISCALIZADO | O_a) - E(FISCALIZADOR)]$$

Y para los rubros donde no sienta tanta ventaja en cuanto a información sobre su función de ganancias la solución que espera es:

$$\max_{E(FISCALIZADO)} [E(FISCALIZADO | O_b) - E(FISCALIZADOR)]$$

El Jugador Fiscalizador sabe que el Jugador Fiscalizado tiene una probabilidad de utilizar las estrategias O_a y O_b , por lo que le asigna una probabilidad de a_j a O_a y una probabilidad de $(1 - a_j)$ a O_b , es decir, asigna la ponderación del grado de opacidad con el que actuará, por lo que lo que el problema que tiene que solucionar es:

$$\underset{E(FISCALIZADOR)}{Max} = \underset{E(FISCALIZADO)}{Min}$$

Si el Jugador Fiscalizador utiliza su “estrategia única” e_1^* y el Jugador Fiscalizado utiliza su “mejor respuesta” g_1^* utilizando la competencia a la Cournot se tiene el escenario siguiente:

²⁷²⁷ Un ejemplo de lo que la ASF puede realizar es el siguiente: Siguiendo el ejemplo del uso de la “Estrategia única” en donde siempre se revisa de la misma forma y por ende la información solicitada será la misma, en vez de eso si cada vez que se juega el juego de la fiscalización se solicita toda la información de todas las partes del Jugador Fiscalizado se puede llegar a confundir a este ya que la forma de actuar del Fiscalizador le es extraña y entonces duda sobre el cómo puede proceder a revisar.

La competencia a la Cournot bajo información asimétrica

Consideremos un modelo de duopolio de Cournot con demanda inversa dada por:

$$P(Q) = a - Q$$

Donde $Q = q_1 + q_2$ es la cantidad agregada en el mercado. La función de costos de la empresa 1 es $C_1(q_1) = cq_1$. Sin embargo, la función de costos de la empresa 2 es $C_2(q_2) = c_a q_2$ con probabilidad θ y $C_2(q_2) = c_b q_2$ con probabilidad $1 - \theta$, donde $c_b < c_a$. Además, la información es asimétrica: la empresa 2 conoce su función de costos y la de la empresa 1, pero la empresa 1 sólo conoce su función de costos y que el coste marginal de la empresa 2 es c_a con probabilidad θ y c_b con probabilidad $1 - \theta$. Toda esta información es de dominio público: La empresa 1 sabe que la empresa 2 cuenta con mejor información, y la empresa 2 sabe que la empresa 1 lo sabe, y así sucesivamente.

Naturalmente, la empresa 2 quiere elegir una cantidad diferente (y presumiblemente menor) si su coste marginal es alto que se es bajo. Por su parte, la empresa 1 debe prever que la empresa 2 puede ajustar su cantidad al coste de la manera indicada.

Sean $q_2^*(c_a)$ y $q_2^*(c_b)$ las cantidades elegidas en función de sus costos, y sea q_1^* la cantidad elegida por la empresa 1. Si el coste de la empresa 2 es alto, está elige $q_2^*(c_a)$ tal que sea una solución de:

$$\max_{q_2} [(a - q_1^* - q_2) - c_a] q_2$$

De modo similar, si el coste de la empresa 2 es bajo, $q_2^*(c_b)$ es la solución de:

$$\max_{q_2} [(a - q_1^* - q_2) - c_b] q_2$$

Finalmente, la empresa 1 sabe que el coste de la empresa 2 es alto con probabilidad θ y debe prever que la cantidad elegida por la empresa 2 es $q_2^*(c_a)$ ó $q_2^*(c_b)$, dependiendo del coste de esta empresa. Por tanto, la empresa 1 elige q_1^* que resuelve:

$$\max_{q_1} [(a - q_1 - q_2^*(c_a)) - c] q_1 \theta + [(a - q_1 - q_2^*(c_b)) - c] q_1 (1 - \theta)$$

Para maximizar el beneficio esperado.

Las condiciones de primer orden de estos problemas de optimización son:

$$q_2^*(c_a) = \frac{a - q_1^* - c_a}{2}$$

$$q_2^*(c_b) = \frac{a - q_1^* - c_b}{2}$$

y

$$q_1^* = \frac{\theta[a - q_2^*(c_a) - c] + (1 + \theta)[a - q_2^*(c_b) - c]}{2}$$

Supóngase que estas condiciones de primer orden caracterizan las soluciones de los problemas de optimización. Las soluciones a las tres condiciones anteriores de primer orden son:

$$q_2^*(c_a) = \frac{a - 2c_a + c}{3} + \frac{1 - \theta}{6}(c_a - c_b)$$

$$q_2^*(c_b) = \frac{a - 2c_b + c}{3} + \frac{1 - \theta}{6}(c_a - c_b)$$

y

$$q_1^* = \frac{a - 2c + \theta c_a + (1 - \theta)c_b}{3}$$

Para el caso del equilibrio de *Cournot* en juegos de información incompleta a diferencia del tipo de juego de información completa la empresa 2 tiene la oportunidad de ajustar la cantidad respecto a su costo, sino que responde también al hecho de que la empresa 1 no puede hacerlo. Por ejemplo, si el costo de la empresa 2 es alto, está produce menos porque su costo es alto, pero por otro lado produce más porque sabe que la empresa 1 produce una cantidad que maximice su beneficio esperado y que por ello, es menor de lo que produce si está sabe que el costo de le empresa 2 es alto.

Trasladando este tipo de juego para el caso de la fiscalización en donde la empresa 1 es el Jugador Fiscalizador y la empresa 2 es el Jugador Fiscalizado. El juego es de información incompleta porque a diferencia del Jugador Fiscalizado que conoce la estrategia con la que el Jugador Fiscalizador actúa ("*estrategia única*"), este último desconoce la manera en que actúa el Jugador Fiscalizado ("*opacidad alta*", "*opacidad baja*"). Por lo tanto el Jugador Fiscalizado puede ajustar su estrategia sabiendo que el Jugador Fiscalizador no lo puede hacer, al menos hasta utilizar diferentes estrategias.

Es por esta razón que el Jugador Fiscalizado puede ajustar su estrategia al actuar de forma opaca cuando tiene gran oportunidad de no ser descubierto y con baja opacidad cuando sabe que corre peligro de ser descubierto.

Para utilizar este equilibrio primero se replantea el juego:

c_a = El costo de actuar con opacidad alta, ser revisado y ser descubierto
+ el costo de actuar sin opacidad

c_b = El costo de actuar con opacidad alta y no ser descubierto

q_1 = La cantidad que el Jugador Fiscalizador desea revisar

q_2 = La cantidad que le pueden revisar al Jugador Fiscalizado

c = El costo de revisar al Jugador Fiscalizado y fallar

Aunque en teoría si el Jugador Fiscalizado utiliza estrategias con alta opacidad esto le puede ser contraproducente en caso de fallar, si el jugador Fiscalizador utiliza su “*estrategia única*” el jugador fiscalizado ajusta su estrategia a manera de producir la cantidad máxima.

Si el Jugador Fiscalizador actúa con su “*estrategia única*” el costo c_a para el Jugador Fiscalizado es mínimo y cuyo valor puede ser o acercarse a cero. Al tener esta situación las condiciones son:

Para la “*opacidad alta*” del Jugador Fiscalizado

$$\max_{q_2} [(a - q_1^* - q_2)]q_2$$

Para la “*opacidad baja*” del Jugador Fiscalizado

$$\max_{q_2} [(a - q_1^* - q_2)]q_2$$

Para el Jugador Fiscalizador

$$\max_{q_1} [(a - q_1) - c]q_1\theta + [(a - q_1 - c]q_1(1 - \theta)$$

Las condiciones de primer orden de estos problemas de optimización son:

Para el Jugador Fiscalizado que actúa con “*opacidad alta*”

$$q_2^*(c_a) = \frac{a - q_1^*}{2}$$

Para el Jugador Fiscalizado que actúa con “*opacidad baja*”

$$q_2^*(c_b) = \frac{a - q_1^*}{2}$$

y

Para el Jugador Fiscalizador

$$q_1^* = \frac{\theta[a - c] + (1 + \theta)[a - c]}{2}$$

Supóngase que estas condiciones de primer orden caracterizan las soluciones de los problemas de optimización. Las soluciones a las tres condiciones anteriores de primer orden son:

Para el Jugador Fiscalizado que actúa con “*opacidad alta*”

$$q_2^*(c_a) = \frac{a + c}{3}$$

Para el Jugador Fiscalizado que actúa con “*opacidad baja*”

$$q_2^*(c_b) = \frac{a + c}{3}$$

Y

Para el Jugador Fiscalizador

$$q_1^* = \frac{a - 2c}{3}$$

Y como se vio anteriormente, el Jugador Fiscalizado no tiene motivos para usar una estrategia de “opacidad baja” ya que no tiene costos altos, se puede decir que $q_2^*(c_a) = 0$ es decir no produce cantidades con opacidad baja por lo que gana todas las cantidades a revisar, por lo tanto:

$$q_2^* = \frac{a + 2c}{3}$$

Esta cantidad es el caso extremo cuando el Jugador Fiscalizador es incapaz de detectar al Jugador Fiscalizado sobre lo que revisa, a esto se tiene que añadir todo lo que el Jugador Fiscalizador no revisa debido a la inviabilidad de revisar todo el Jugador Fiscalizado.

Por lo que las ganancias se denotan de la manera siguiente:

$$E(\text{FISCALIZADO en Cournot}) = q_2^* = \frac{a + 2c}{3} + \sum_{j=k+1}^n -d_j$$

$$E(\text{FISCALIZADOR en Cournot}) = q_1^* = \frac{a - 2c}{3}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} E(\text{FISCALIZADO en Cournot}) - E(\text{FISCALIZADOR en Cournot}) \\ = E(\text{FISCALIZADO en Cournot}) \end{aligned}$$

Se puede considerar que el Jugador Fiscalizador realiza un “segundo saqueo” sobre el “primer saqueo” que realiza el Jugador Fiscalizado. Donde solo existe una oportunidad de robar para los entes y una oportunidad de los fiscalizadores para volver a robar (o recuperar) lo saqueado. Entonces de la cantidad agregada por el Jugador Fiscalizado el Jugador Fiscalizador trata de reducir el monto de la cantidad a una equivalente a:

$$\sum_{j=k+1}^n -d_j - \frac{a + 2c}{3}$$

Qué es la cantidad resultante cuando el Jugador Fiscalizador recupera todo lo sustraído por el Jugador Fiscalizado.

Al comparar O_a y O_b contra el juego con información completa, la cantidad $(g_j^* | O_a)$ es mayor que la del juego con información completa pero la cantidad $(g_j^* | O_b)$ es menor.

El Jugador Fiscalizado ajusta su estrategia debido a que el Jugador Fiscalizador no puede hacerlo o simplemente no lo hace. Si el Jugador Fiscalizado tiene poca experiencia, en teoría no puede utilizar una estrategia O_a debido a que produce utilidades menores, pero al saber que el Jugador Fiscalizador utiliza su “*estrategia única*” y esto le produce beneficios menores que si utiliza estrategias adicionales y por esto el Jugador Fiscalizado utiliza la estrategia O_a en lugar de estar obligado a usar O_b .

Entonces el Jugador Fiscalizador tiene que usar estrategias mixtas o estrategias diferentes a su “*estrategia única*” de tal manera que obliguen a que el Jugador Fiscalizado maneje estrategias diferentes a g_j^* por lo que son estrategias del tipo (e_j', g_j') .

Aunque las soluciones son iguales para los casos en que se utiliza la estrategia del tipo (e_j^*, g_j^*) y cualquier estrategia del tipo (e_j', g_j') , el hecho de que el Jugador Fiscalizador utilice estrategias diferentes a su “*estrategia única*” ocasiona que $\theta(O_a | g_j') < \theta(O_a | g_j^*)$ lo que obliga al Jugador Fiscalizado a actuar con mayor transparencia.

Existe un enfoque Darwinista (Martinez Coll) el cual establece que “*Una vez que la estrategia es mayoritaria ninguna otra es más eficaz*”... “*Hasta que un cambio en el planteamiento del juego ponga en funcionamiento estrategias que hagan peligrar a la mayoritaria, lo que la forzaría a cambiar para seguir siendo la mayoritaria*”.

Entonces el Jugador Fiscalizado al utilizar su “*mejor respuesta*” está utilizando una estrategia mayoritaria la cual mantiene, a menos que tenga razones para no usarla más, ya sea que su estrategia peligre y tenga que buscar una estrategia que sea mayoritaria, o en su caso una nueva y mejor “*mejor respuesta*”. Es tarea del Jugador Fiscalizador evitar que el Jugador Fiscalizado tenga esa estrategia mayoritaria.

Y el autor añade: “*El cambio en el planteamiento del juego implica una actuación voluntarista, una acción finalista por parte de los que no están de acuerdo con el planteamiento del juego y para los que la única forma de supervivencia es romper su dinámica. La discrepancia se convierte entonces en la única forma de supervivencia*”.

Si el Jugador Fiscalizador actúa solo con una “*estrategia única*” y esto es aprovechado por el Jugador Fiscalizado quien utiliza su “*mejor respuesta*”, es voluntad del Jugador Fiscalizador evitar esto al cambiar el planteamiento del juego, es decir a cambiar de estrategia.

Las condiciones anteriores están basadas en el modelo de duopolio *Cournot*, el cual es utilizado para dos empresas que desean conocer la cantidad óptima a producir de cierta mercancía con

base en lo que la otra empresa produce. Cada empresa quiere tener el monopolio del mercado, pero como hay 2 empresas solo se pueden maximizar, pero no monopolizar. Esto se debe a que aunque exista una tentación de aumentar la producción esta queda reducida justo a lo preciso para que cada empresa decida no hacerlo debido a que el equilibrio se pierde.

Trasladado a los Jugadores Fiscalizador y Fiscalizado la cantidad de mercancía a producir es:

- Para el caso del Jugador Fiscalizador, lo que piensa revisar y descubrir.
- Para el caso del Jugador Fiscalizado, la forma en que piensa actuar opacamente, ya sea de manera alta o baja y que no sea descubierto.

En el caso específico de la ASF (Jugador Fiscalizador), lo que piensa revisar está delimitado por varios factores que afectan su decisión, entre los cuales destacan:

- Tiempo limitado: Para la revisión de la Cuenta Pública a partir de la recepción se cuenta con cierto tiempo para entregar el Informe de Resultados.
- Número limitado de Auditorías a realizar, ya que es inviable revisar todos los conceptos de la Cuenta Pública.

Para el caso de las Entidades Fiscalizadas (Jugador Fiscalizado) se puede considerar como limitación un cierto grado de opacidad alta, ya que difícilmente puede actuar de forma opaca al 100% (aunque no se descarta que existan entidades fiscalizadas que puedan actuar así). Entonces el Jugador Fiscalizado produce la cantidad justa de opacidad alta y opacidad baja considerando lo que el Jugador Fiscalizador pueda producir con sus estrategias antes de que empiece a perder más cantidad por querer actuar con más opacidad alta en comparación a su cantidad anterior, del mismo modo para el Jugador Fiscalizador la cantidad a producir tiene un límite de lo que puede obtener con sus estrategias, de elegir una cantidad que este fuera del alcance de su conjunto de estrategias podría resultar contraproducente.

Lo deseable es que el conjunto de estrategias del Jugador Fiscalizador force al Jugador Fiscalizado a utilizar un conjunto de estrategias que de cómo resultado cantidades menores a las que puede producir con la “*estrategia única*”.

En este caso O_a y O_b representan las cantidades donde las entidades actúan de forma opaca (alta o baja) en donde $O_a + O_b \leq O_t$ en donde O_t es la cantidad cuando las entidades actúan con total opacidad.

Es importante recordar que O_a y O_b no representan exclusivamente cantidades monetarias, se puede referir por ejemplo al cumplimiento de normas, lineamientos y demás procedimientos internos, es decir a la revisión del desempeño de las entidades fiscalizadas o a cualquier otro tipo de revisión, en este caso cantidades por atributos.

Debido a que las soluciones a las condiciones del juego visto como equilibrio de *Cournot* son:

$$(g'_i | O_a) = \frac{+2O_a}{3} - \frac{(1+\theta)}{6}(O_a - O_b)$$

$$(g'_i | O_b) = \frac{+2O_b}{3} - \frac{\theta}{6}(O_a - O_b)$$

$$e'_i = \frac{\theta(O_a) + (1-\theta)(O_b)}{3}$$

Estas soluciones representan las cantidades que cada jugador debe producir, en este caso para el Jugador Fiscalizador es la cantidad que debe y teóricamente puede recuperar y para el Jugador Fiscalizado la cantidad que puede obtener al ser opaco, esto dependiendo del nivel de opacidad utilizado.

Para el jugador fiscalizador el objetivo consiste en maximizar D^{J^i} , por lo tanto sus estrategias deben evitar que los costos por revisar a los rubros provoquen que el Jugador Fiscalizado produzca mayores cantidades es decir, en una primera instancia elegir estrategias donde el valor esperado de las utilidades sea mayor, este valor esperado se obtiene a través de los cuatro factores los cuales deben tener una ponderación similar y que no exista un factor que influya en gran medida la elección. Esto provocará que se incremente la probabilidad de que el Jugador fiscalizado actúe con opacidad baja en los diferentes rubros.

Referencias

ALGABA, ENCARNACIÓN et al., “Aplicaciones económicas y sociales para la teoría de juegos”, Universidad de Sevilla 1998.

“Espacios generados, dependencia lineal y bases”, Departamento de Matemáticas, CSI/ITESM, 2008.

FIGUEROA NERI, AIMÉE, “La Auditoría Superior de México en el horizonte internacional de la fiscalización superior”, 2007.

GIBBONS, ROBERT, “Un primer curso de teoría de juegos”.

Ley de Fiscalización y Rendición de Cuentas de la Federación.

“Macroproceso para la Fiscalización Superior para la revisión de la Cuenta Pública”, proceso de planeación, Volumen 1, Tomo II, Documento Interno.

MARTÍNEZ COLL, JUAN CARLOS, “Bioeconomía”, Tesis Doctoral en la Universidad de Málaga, 1984.

MERINO, MAURICIO, y ARAMBUNO, MICHIKO “Informe sobre la evolución y el desempeño de la Auditoría Superior de la Federación”, CIDE 2009.

MIRÓ, RICARDO, “Jugando con la teoría de juegos”, en Consejo de la Magistratura de la Nación, Área de procesamiento de datos, Buenos Aires 2002.

“Normativa Institucional para la fiscalización de la gestión gubernamental, marco rector, normas y esquema operativo”, Tomo I, Documento Interno.

Reglamento Interno de la Auditoría Superior de la Federación.

“Stanford Encyclopedia of Philosophy”.

STURLA, CLAUDIO, “FRBA, Teoría de Juegos”, República de Argentina, 2008.