

2022



Escuela Superior
de Guerra Aérea

Proyecto de
Investigación



[LA TEORÍA DE LOS JUEGOS Y EL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS CONFLICTOS DURANTE LA GUERRA FRÍA]

Autor: Mg Karina Meneghetti

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9362-3658>

Tabla de contenido

1)	Introducción.....	2
2)	Breve raconto de los primeros antecedentes sobre la teoría de los juegos	4
3)	La Rand Corporation y la “ciencia de la guerra”	6
4)	Los premios Nobel y la RAND Corporation.....	7
5)	Los avances en teoría económica que se realizaron en el marco de la RAND Corporation durante el período 1945-1969.....	9
	a) Matemáticas Aplicadas.....	9
	b) Ciencias económicas.....	10
	c) Inteligencia artificial.....	11
6)	La teoría de los juegos, la Guerra Fría y la Rand Corporation	12
	a) John von Newmann	12
	b) Oscar Morgenstern.....	14
	c) John Forbes Nash jr.....	15
	d) Lloyd Shapley	16
	e) Kennet Arrow	17
	f) Robert Aumann.....	17
	g) Thomas Schelling.....	18
	h) William Spencer Vickrey,.....	19
7)	Reflexiones finales	20
8)	Referencias bibliográficas	22

La teoría de los juegos y el análisis económico de los conflictos durante la Guerra Fría

Karina Meneghetti

ORCID 0000-0002-9362-3658

1) Introducción

“El desarrollo de la teoría de los juegos fue financiado en su mayor parte por el Departamento de Defensa de Estados Unidos en un intento de comprender mejor como respondería la Unión Soviética a lo que hiciera Estados Unidos. La teoría de los juegos se utilizó tanto para desarrollar la teoría de la disuasión, que subyace a la estrategia de defensa estadounidense, como para explicar la carrera armamentística” (Stiglitz, 2000, p. 370)

El estudio de la relación entre economía y defensa no suele recibir muchos adherentes en nuestro país a pesar de que a nivel mundial tiene mucha trascendencia. En este marco existen varios subcampos interesantes para el análisis entre los que se incluyen el análisis presupuestario, las causas y consecuencias económicas de los conflictos, el estudio de la industria de la defensa, la incidencia de la inversión en defensa en el crecimiento y desarrollo de los países, etc.

A su vez, en el ámbito económico suena familiar la afirmación de que muchos avances tecnológicos que produjeron grandes revoluciones en la producción surgieron a causa de investigaciones realizadas en el marco de los conflictos bélicos. Sin embargo, poco hablamos sobre los avances teóricos que han surgido en el campo económico también como respuesta a interrogantes que se presentaron durante estos acontecimientos. Tal es el caso de la teoría de los juegos.

Desde la antigüedad, la estrategia militar siempre ha estado ligada a juegos de entretenimiento. Citar como ejemplo el origen del ajedrez a partir de la colección de los cuentos populares Mabinogion, de origen galés, o el Kriegspiel, un juego originado en la Prusia del siglo XVIII y que servía como medio de enseñanza a los futuros oficiales del ejército para asimilar los conceptos de la táctica militar (Poundstone, 2006). También podemos citar al juego TEG (Plan Táctico y Estratégico de la Guerra) lanzado en 1976, el cual plantea un conflicto bélico que ocurre sobre un planisferio dividido en 50 países. Actualmente, junto con el crecimiento de la industria de videojuegos también han crecido los adeptos de distintos juegos de estrategia y guerra. Estos ejemplos nos presentan situaciones de elección, en donde

los jugadores escogen acciones a desarrollar para obtener un fin determinado, que consiste en ganar la partida.

El objeto de estudio de la teoría de los juegos son las situaciones de conflictos y cooperación entre seres racionales y establece modelos matemáticos que permiten predecir cómo estas situaciones pueden ser resueltas. Si bien esta teoría es posible de aplicar a entretenimientos, suele emplearse en los estudios de casos reales que van desde su aplicación a determinadas problemáticas entre dos personas hasta estrategias de disuasión bélica entre países.

Entre estos últimos los de mayor trascendencia han sido los análisis estratégicos elaborados con ayuda de esta teoría durante la segunda guerra mundial y la guerra fría. En esa época, el conocimiento se convirtió en un instrumento imprescindible para garantizar la seguridad nacional y las naciones invirtieron grandes sumas de dinero en investigaciones científicas. En ningún momento de la historia de la humanidad se han dedicado recursos tan abundantes a la investigación y el desarrollo científicos y tecnológicos, y aunque nos guste o no, el gran motor ha sido la búsqueda de intereses principalmente militares.

Trasladándonos al ámbito puramente económico, podremos ver que la Teoría de los Juegos ha sido el tema de estudio con varios premios Nobel en esta ciencia:

- En 1994 se otorga el premio Nobel a John Nash (por los aportes al Equilibrio de Nash y los juegos no cooperativos), John Harsanyi (por sus estudios sobre juegos con información incompleta) y Reinhard Selten (por su investigación sobre equilibrio perfecto en subjuegos).
- En 2005 se otorga el Premio Nobel a Robert J. Aumann y Thomas C. Schelling. El comunicado oficial establece como motivo “haber aumentado nuestra comprensión del conflicto y la cooperación a través del análisis de la Teoría de Juegos”.
- Si bien no se especifica en forma explícita, entre 1994 y 2005 ha habido otros premios Nobel cuyas investigaciones están estrechamente vinculadas con el enfoque de la teoría de juegos. Tal es el caso de Joseph Stiglitz, George Akerlof y Michael Spence, galardonados en 2001 por sus investigaciones referentes a que los agentes económicos toman decisiones e interactúan en entornos donde cuentan con información asimétrica y William Vickrey, a quien se le concedió, junto con James Mirlees, el Premio Nobel de Economía 1996 por sus trabajos sobre la teoría económica de los incentivos bajo información asimétrica para cuya resolución utilizan elementos de la teoría de juegos.

El propósito de este trabajo será estudiar la importancia de los avances teóricos en el ámbito económico, en especial en torno a la teoría de los juegos, fomentados por el gobierno estadounidense y la influencia que tuvo la Rand Corporation y los conflictos durante la Guerra Fría a nivel mundial.

Para ello, analizaremos en primera instancia los antecedentes sobre la teoría de los juegos. Luego se estudiará el marco en donde se creó la Rand Corporation y su objetivo de crear una “ciencia de la guerra”.

A continuación se elaborará una lista de los investigadores que trabajaron en la RAND Corporation y recibieron el premio Nobel para finalmente estudiar los avances en teoría económica que se realizaron en el marco de la RAND Corporation durante el período 1945-1969.

Luego se analizará la relación existente entre la teoría de los juegos, la Guerra Fría y la Rand Corporation detallando la participación de John von Neumann, Oscar Morgenstern, John Forbes Nash jr., Lloyd Shapley, Kenneth Arrow, Robert Aumann, Thomas Schelling y William Spencer Vickrey en esta institución. Finalmente se elaborarán reflexiones finales.

2) Breve raconto de los primeros antecedentes sobre la teoría de los juegos

Se podría decir que casi todo en el mundo es un juego; se esté donde se esté o se haga lo que se haga, lo más normal es que nuestro bienestar dependa de elementos ajenos a nuestro control. Aunque se desconozca, se vive "atrapado" en un juego, entendiendo juego como una situación con interdependencia en donde las decisiones de los individuos son reacciones estratégicas a las decisiones de los demás. En el momento en que se da un conflicto social, ya se puede hablar de "juego". (Aguiar, F. Barragán, J. y Lara, N, 2008, p. 1)

Si quisiéramos establecer un año de nacimiento para la Teoría de Juegos, seguramente elegiríamos 1944, cuando fue publicado el libro "Theory of Games and Economic Behavior" por el matemático austrohúngaro John von Neumann (1903-1957) y el economista alemán Oskar Morgenstern (1902-1977).

Sin embargo, siguiendo a Carballo y Tenorio (2015) la primera referencia a los juegos y la lógica existente en estos aparece en el libro "Nouveaux Essais sur l'entendement humain" del matemático y filósofo alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) que, aunque fue escrita en 1704, permaneció inédita hasta 1765 cuando se publicó una recopilación de sus obras en latín y francés. En ella definía una nueva clase de lógica, concerniente a los grados de probabilidad para la investigación de los juegos de azar. Según los autores el siguiente aporte relevante para la Teoría de Juegos tiene lugar en 1713 con la aparición del concepto de estrategia mixta y la regla minimax del matemático francés Pierre-Remond de Montmort (1678-1719) quien las publicara en la segunda edición de su obra "Essay d'analyse sur les jeux de hasard". Más adelante, el político y matemático francés Marie-Jean-Antoine Nicolas de Caritat (1743-1794), más conocido como Marqués de Condorcet, publicaría su "Essai sur l'application de l'analyse a la probabilité des décisions rendues a la pluralité des voix" en 1785 en la que aparecía por primera vez el Teorema del jurado y la Paradoja de Condorcet.

Los siguientes precedentes, ya en el siglo XIX fueron los avances del matemático francés Antoine Augustin Cournot (1801-1877) quien desarrolló en 1838 un modelo de competencia imperfecta denominado duopolio de Cournot. Esta obra recibió la respuesta crítica del matemático y economista francés Joseph-Louis-Francois Bertrand (1822-1900) en 1883. Luego el economista y estadístico irlandés Francis Ysidro Edgeworth (1845-1926) planteó una modificación al modelo dado por Bertrand e introdujo el modelo Edgeworth en 1897.

Pero no solo en las cuestiones económicas y sociales aparecieron antecedentes a la Teoría de Juegos. En 1871, el naturalista y geólogo inglés Charles Robert Darwin (1809- 1882) introdujo la Teoría de Juegos en el ámbito de la biología evolutiva en su memoria "*The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*" y expuso en esencia lo que hoy viene a denominarse la Teoría de Selección Sexual que, pese a ser rechazada en los tiempos de Darwin se ha vuelto central en la biología evolutiva moderna y en la ecología del comportamiento gracias a los nuevos aportes de Fisher en 1930.

Es en el Siglo XX cuando aparecen las primeras publicaciones matemáticas y con resultados formales que podrían englobarse en la Teoría de Juegos. La primera se debe al matemático y lógico alemán Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo (1871-1953) que publicó un artículo en 1913. Este artículo fue complementado por otros dos trabajos realizados por dos matemáticos húngaros Denes König (1884-1944) y Laszlo Kalmar (1905-1976). En esa misma década, entre 1921 y 1927, el matemático y político francés Félix Edouard Justin Emile Borel (1871-1956) realizó una serie de cinco artículos en los que establece los fundamentos de la teoría de juegos psicológicos. En ellos Borel estudia los juegos de estrategia, dando la primera formulación matemática moderna de una estrategia mixta y estudiando la búsqueda de la solución minimax para juegos simétricos de dos jugadores con intereses completamente opuestos; demostrándolo para jugadores con 3 y 5 estrategias. Además, introduce la idea de estrategia pura, aunque bajo el nombre de método de juego. En estos artículos, Borel deja clara su postura sobre la no existencia de soluciones minimax para juegos con más de cinco estrategias posibles, aunque posteriormente cambia de opinión.

Poco después, en 1928, von Neumann dio una demostración del teorema minimax para estos juegos independientemente del número de estrategias que pueda tener cada jugador (que ha de ser una cantidad finita) y asumiendo que los intereses son completamente opuestos. En este trabajo de von Neumann aparece la definición formal de estrategia que se utiliza actualmente y se introduce la forma extensiva de un juego como un árbol lógico enraizado, lo que permitirá posteriormente un tratamiento matricial del juego. Previamente, el matemático polaco Hugo Dionizy Steinhaus (1887-1972) publicó en 1925 un artículo en el que incluye la primera definición formal de estrategia y se realizaba un estudio en profundidad del concepto.

Posteriormente, en 1938, Borel publicará la segunda parte del cuarto volumen de su "*Traite du calcul des probabilites et de ses applications*" bajo el título de "*Applications des jeux de hasard*" con la colaboración de otros autores y en el que se recopilan varios trabajos de Teoría de Juegos. Más tarde, el matemático estadounidense Lynn Harold Loomis (1915-1994) escribe en 1946 la primera prueba completamente algebraica del Teorema minimax. Esta obra fue el primer tratamiento riguroso y exhaustivo del concepto de juego, estrategia y resolución del mismo, así como sobre la forma de representar las preferencias de los jugadores. Además, estudiaron tanto los juegos cooperativos como los no cooperativos. Todo ello desde una perspectiva puramente económica y con el objetivo de modelizar el comportamiento económico mediante la Teoría de Juegos (Caraballo & Tenorio, 2015).

3) La Rand Corporation y la “ciencia de la guerra”

“De hecho, RAND y think tank son prácticamente sinónimos. RAND se convirtió en el prototipo de un método de organización y financiación de la investigación, el desarrollo, y evaluación técnica que se haría a instancias de agencias del gobierno pero llevada a cabo por centros de investigación privados sin fines de lucro. El modelo RAND floreció en la década de 1950, separando a los competidores y provocando que las otras ramas militares establecieran unidades similares. Grupos como Mitre Corporation, Systems Development Corporation, Analytic Services, Center for Naval Analyzes, Research Analysis Corporation y el Institute for Defense Analyzes han brindado a los planificadores militares acceso rutinario y sostenido a investigadores con habilidades científicas y técnicas avanzadas”. (Smith, 1993, pp. 115-116)

Adquiriendo su nombre a partir de las siglas de Research and Development, RAND fue una creación del general Henry H. Arnold, el comandante de la Fuerza Aérea estadounidense durante la Segunda Guerra Mundial. Arnold pretendía que el organismo funcione como agente de la Fuerza Aérea para la planificación científica.

En un comienzo operaba como una división separada de la empresa Douglas Aircraft bajo un contrato con la Fuerza Aérea que reportaba sus investigaciones al Jefe Adjunto del Estado Mayor Aéreo. Sin embargo, incompatibilidades administrativas en los contratos de adquisición de aeronaves y posibles conflictos de intereses hicieron que en mayo de 1948 RAND se estableciera como una organización de investigación independiente, privada y sin fines de lucro. Respaldada por un gran préstamo sin intereses de la Fundación Ford y la promesa de garantía crediticia de la fundación a los prestamistas comerciales, RAND se estableció en su propio edificio en Santa Mónica, California.

En menos de dos años, la organización incluyó a más de doscientos profesionales capacitados en matemáticas, ingeniería, aerodinámica, física, química, economía, psicología y otras disciplinas, que participaron en investigación interdisciplinaria sobre problemas tales como la forma de lanzamiento y orbitar un satélite artificial alrededor de la Tierra, el uso de la fusión atómica para propulsión de aviones, el desarrollo de titanio y otros materiales avanzados, y efectos de daño de bombas nucleares. La RAND generó varios think tanks competitivos e inspiró la creación de otros, no solo en la investigación de defensa sino también en las áreas política y social. Ninguna otra institución igualó sus logros en la producción y distribución de nuevos conocimientos, su impacto en todo el dominio de la ciencia social y muchas áreas de las ciencias "más duras", y su influencia en la arena de formulación de políticas.

Según Hounshell (1997) las razones de estos logros residen en el momento de su creación, la manera y el contexto en el que fue creada, y el espíritu de la investigación independiente que rápidamente se desarrolló en este lugar. Este autor afirma que sin entender el funcionamiento de RAND, la naturaleza de su producción de conocimiento, y su influencia no sólo en la producción de conocimiento sino también en la formulación

de políticas, ningún historiador puede comprender plenamente la investigación y desarrollo en los Estados Unidos durante la Guerra Fría.

Desde sus inicios, RAND desarrolló una cultura organizacional que valoraba la curiosidad intelectual y la independencia, a esto se sumó el entorno inmediato de la posguerra en el que científicos, ingenieros, economistas y matemáticos aprovecharon el gran caudal de financiamiento que existía sobre ciertos temas para dar curso a sus investigaciones aprovechando las sinergias. Se la llamaba “universidad sin estudiantes”.

En sus comienzos RAND trató de construir una "ciencia de la guerra". Los puntos de partida para este nuevo análisis fueron los métodos desarrollados durante la guerra por matemáticos aplicados en Gran Bretaña y Estados Unidos y por ingenieros de Douglas. Pero estos nuevos métodos aparentemente poderosos dependían del análisis estático y no podían manejar cambios dinámicos dentro de los sistemas que buscaban optimizar. En consecuencia, intentando la resolución de estos problemas, se descubrieron herramientas analíticas enormemente importantes como la programación lineal y dinámica, la simulación de sistemas, la teoría de juegos y la inteligencia artificial. Es más, debido a la complejidad de los cálculos necesarios se comenzaron a utilizar nuevas tecnologías informáticas que permitan resolverlos en menor tiempo.

Una de las características más importantes eran las sinergias que se generaban en la institución. Si bien había distintos departamentos que abarcaban desde la ingeniería aeronáutica, la física nuclear, matemáticas, economía e informática los hallazgos de los distintos departamentos se aplicaban en otros potenciándose.

Esta ciencia de la guerra también incorporaría importantes nuevos métodos y hallazgos de investigación de las ciencias sociales. Estos incluyeron una amplia gama de estudios soviéticos, incluidos los cálculos de la producción y los precios económicos soviéticos, las capacidades de guerra, el presupuesto por programas y los procesos de toma de decisiones.

4) Los premios Nobel y la RAND Corporation

“RAND era un lugar casi ideal para cualquier persona interesada en realizar una investigación que fuera tanto estéticamente agradable como pragmática. Durante este período, en RAND se estaba realizando un trabajo pionero en ciencias de la computación, teoría de juegos, programación lineal, programación dinámica y economía aplicada, tanto por personal permanente como por visitantes de las principales universidades. El ambiente era colegiado y el horario flexible. La mayoría de los proyectos de investigación fueron elegidos por los investigadores, y se alentó y se apoyó generosamente el trabajo adicional sobre cuestiones más fundamentales”. William Sharpe, en (Rand Corporation, 2021)

En la publicación de “El premio Nobel y Rand” (Rand Corporation, 2021), la organización realiza un detalle de todos los científicos que han recibido premios Nobel y que han formado parte de su cuerpo de investigadores. A lo largo de la trayectoria de este organismo, 32 laureados con dicha distinción han participado como personal permanente o contratado de dicha institución

y 23 de ellos han recibido el Premio Nobel de Economía (ver cuadro 1). Estas estadísticas asombrosas explican la relevancia que ha tenido esta organización en la creación de conocimiento científico de excelencia en el área económica.

Cuadro N°1 Investigadores que trabajaron en Rand Corporation y recibieron el premio Nobel

Nombre	Premio Nobel	Año
Paul Samuelson	Economía	1970
Keneth Joseph Arrow	Economía	1972
Tjalling Charles Koopmans	Economía	1975
Robert Alexander Simon	Economía	1978
Theodore William Schultz	Economía	1979
James Tobin	Economía	1981
Gerard Debreu	Economía	1983
Robert Solow	Economía	1987
Harry Markowitz	Economía	1990
William Forsyth Sharpe	Economía	1990
Ronald Harry Coase	Economía	1991
Gary Stanley Becker	Economía	1992
John Forbes Nash	Economía	1994
William Spencer Vickrey	Economía	1996
James Heckman	Economía	2000
Vernon Smith	Economía	2002
Robert Aumann	Economía	2005
Thomas Shelling	Economía	2005
Edmund Phelps	Economía	2006
Leonid Hurwicz	Economía	2007
Oliver Williamson	Economía	2009
Peter Diamond	Economía	2010
Lloyd Shapley	Economía	2012
Elnor Orlando Lawrence	Física	1939
Luis Walter Alvarez	Física	1968
María Gueppert Mayer	Física	1963
Charles Hard Townes	Física	1964
Murray Hell-Mann	Física	1969
Henry Kissinger	Paz	1973
Robert Lempert	Paz	2007
Williard Frank Libby	Química	1960
Edwin Mattinson Mc Millan	Química	1951

Fuente: Elaboración propia en base a (Rand Corporation, 2021)

No debemos olvidar que, a pesar que los premios Nobel se entregaron a los investigadores varias décadas después, fue a raíz de las investigaciones realizadas en el contexto de la posguerra y posterior Guerra Fría. Este hecho lleva a algunos investigadores a cuestionar si en

ese momento las investigaciones científicas tomaron el camino “normal” o “natural” (Geiger, 2004) o estuvieron sesgadas por estas circunstancias (Leslie, 1994).

5) Los avances en teoría económica que se realizaron en el marco de la RAND Corporation durante el período 1945-1969

“Estoy pensando en algo mucho más importante que las bombas. Estoy pensando en computadores”. John Von Neumann, (1946) en (Dyson, 2015)

Cuando RAND se constituyó como una división de Douglas Aircraft, incluyó una organización conocida como Sección de Evaluación del Valor Militar. De acuerdo con el objetivo original de RAND de desarrollar una "ciencia de la guerra" completa, la tarea de esta sección era crear una teoría general del "valor militar". No solo se intentaba cuantificar el concepto de "valor militar", sino en desarrollar modelos estructurados con el propósito de planificar y ejecutar una guerra.

En gran medida, esta empresa se basó en el trabajo de una organización creada durante la Segunda Guerra Mundial, el Panel de Matemática Aplicada (AMP), que operaba bajo la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico de la Fuerza Aérea bajo la Dirección de Warren Weaver. Debido a la complejidad de los estudios que trascendían las “ciencias duras” se comenzó a incorporar científicos sociales. Este enfoque exigía el conocimiento de las armas y sus efectos físicos, el número de armas disponibles, la eficacia de las contramedidas, el análisis de costos, etc.

Debido a discordias en el grupo sobre los diferentes enfoques para tratar el problema a resolver, el Grupo de Valor Militar se subdividió en tres departamentos separados: Matemáticas, Ciencias económicas, y Ciencias Sociales. Según Hounshell (1997) entre 1946 y principios de la década de 1960, los investigadores de RAND en los tres departamentos fueron pioneros en una variedad de herramientas y enfoques para la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

A continuación se detallarán algunos de los avances en la organización en los distintos campos encabezados por distinguidos científicos según este autor.

a) Matemáticas Aplicadas

En respuesta a las condiciones limitadas (estáticas) en las que los métodos de investigación de operaciones podrían aplicarse de manera efectiva, George Dantzig, logró importantes avances en programación lineal. Su gran paso fue el desarrollo de lo que llamó el "método simplex" para la solución de problemas de optimización previamente inaccesibles. Dantzig expuso su método simplex en un artículo que permaneció clasificado hasta 1951, poco antes de unirse a RAND como investigador a tiempo completo. Mientras estuvo en RAND, escribió más de setenta memorandos y artículos de investigación, casi cincuenta de los cuales aparecieron en la literatura abierta en investigación de operaciones y matemáticas aplicadas.

Richard Bellman también llevó a cabo un trabajo importante en matemáticas aplicadas. Su principal contribución se refleja mejor en la amplia clase de métodos que él llamó "programación dinámica", que abrió nuevas vías de optimización (mínimo/máximo, camino más corto, etc.) bajo condiciones de incertidumbre. En el período hasta 1962, Bellman produjo unos setenta y cinco memorandos de investigación no clasificados y aproximadamente 250 artículos, la mayor parte de los cuales aparecieron impresos en la literatura abierta. Además, hizo contribuciones tempranas al trabajo de RAND en teoría de juegos.

b) Ciencias económicas.

Casi desde su creación en 1946, RAND estableció vínculos importantes con la Comisión Cowles para la Investigación en Economía de la Universidad de Chicago, una institución fundamental en el auge de la economía moderna. Liderada por Tjalling C. Koopmans y Jacob Marschak, la Comisión Cowles desempeñó un papel importante en la matematización de la economía y el desarrollo de la econometría.

El trabajo del premio Kenneth J. Arrow proporciona un buen ejemplo de la relación entre las dos instituciones. Arrow ingresó en la Fuerza Aérea del Ejército en 1942 y se desempeñó como oficial meteorológico durante la Segunda Guerra Mundial. Después de completar su servicio en 1946, reanudó sus estudios, obtuvo un doctorado en economía de Columbia y se convirtió en investigador asociado de la Comisión Cowles de Investigación en Economía de la Universidad de Chicago.

Kenneth J. Arrow fue reconocido por su "teorema de imposibilidad", también denominado como teorema de Arrow, que abordó las complejidades de la toma de decisiones en grupo y las elecciones improbables. Su trabajo en esa área, que comenzó en RAND a fines de la década de 1940, formó la base de su tesis doctoral de 1951 "Elección social y valores individuales". En ese documento, publicado originalmente como un informe RAND, Arrow ofreció una prueba matemática que demuestra que cuando hay numerosas opciones y una diversidad de opiniones, ningún sistema de votación puede ser completamente justo. Su trabajo sentó las bases para el estudio moderno de la teoría de la elección social y ha influido en los estudiosos no solo en economía sino también en ciencias políticas, filosofía, informática y biología. (Rand C., 2017).

Durante su paso por la RAND, Arrow realizó diversos estudios sobre la problemática militar: Aspectos económicos de la investigación y el desarrollo militares (1955); Problemas metodológicos en los estudios de coste-rendimiento de las células de los aviones (1950); Un modelo matemático de un sistema de transporte aéreo (1949) entre otros.

Bajo la dirección del economista formado en Gran Bretaña Charles J. Hitch, el Departamento de Economía de RAND construyó una poderosa reputación por su trabajo no solo en economía de teoría de juegos y teoría de asignación de recursos, sino también en otras dos áreas, presupuestos de programas y métodos de gestión y economía de investigación y desarrollo.

Los economistas que formaron el Departamento de Economía a partir de la desintegración de la Sección de Valor Militar se abrieron camino hasta la cima de la jerarquía de reputación de RAND aplicando principios económicos probados y verdaderos a los problemas militares.

Reclamaron una ciencia que abordaba la cuestión de cuál era la mejor manera de asignar los escasos recursos, por ejemplo, para llevar a cabo una guerra o mantener la paz.

Según Hunshell (1997) dos factores adicionales contribuyeron al surgimiento del Departamento de Economía. Primero, la Guerra de Corea y la forja de la Organización del Tratado del Atlántico Norte por parte de Estados Unidos sacaron a RAND de su preocupación por un intercambio nuclear con la Unión Soviética como el problema central que enfrentan tanto RAND como Estados Unidos. Por tanto, RAND abordó cuestiones de guerra aérea táctica y sistemas logísticos, problemas que los economistas podrían abordar utilizando los métodos matemáticos aplicados de Dantzig, Bellman y otros. En segundo lugar, la respuesta negativa a los dos primeros análisis de sistemas principales de RAND permitió a Hitch y sus colegas retroceder hacia problemas más discretos y manejables, lo que Hitch denominó problemas de "suboptimización". Tal enfoque, sostuvo Hitch, le permitió a RAND sortear el "problema de especificación" que había frustrado sus análisis de sistemas más amplios e intrínsecos.

c) Inteligencia artificial.

RAND fue también uno de los sitios de investigación importantes para el desarrollo de lo que se conoció como "inteligencia artificial". Aquellos que asistieron al "Proyecto de investigación de verano de Dartmouth sobre inteligencia artificial" en 1956 constituyen un representante razonablemente bueno para los pioneros estadounidenses del campo. Financiado por la Fundación Rockefeller, el proyecto de dos meses reunió en Hanover, New Hampshire, hombres que estaban listos "para proceder sobre la base de la conjetura de que todos los aspectos del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia pueden, en principio, ser descritos con tanta precisión que se puede hacer una máquina para simularlos". Aunque la conferencia no logró producir la epifanía esperada, sin embargo según sus organizadores, sirvió para solidificar el campo, fijar su nombre como "inteligencia artificial" y crear un fuerte sentido de rivalidad entre esos pioneros. También ayudó a encender o ampliar un flujo de ingresos de investigación que ayudaría a convertir cuatro instituciones en el lugar principal de la primera ola de trabajo de IA: MIT, Stanford, Stanford Research Institute (SRI) y RAND.

Herbert Simon, más tarde ganador del Premio Nobel de Economía junto con Allen Newell y JC Shaw constituyeron la empresa conjunta de RAND y Carnegie Tech en inteligencia artificial. Simon pasó varios de sus veranos durante la década de 1950 trabajando en RAND sobre la investigación patrocinada por la Fuerza Aérea. El núcleo del trabajo de Simon fueron las dimensiones cognitivas de la toma de decisiones humana. Él y sus colaboradores (Newell, James March y Richard Cyert) produjeron una investigación fundamental en este dominio.

De 1957 a 1961, Newell, que se había unido a RAND por primera vez en 1950, ocupó cargos conjuntos con RAND y Carnegie Mellon. En 1961, se incorporó a Carnegie Mellon a tiempo completo. Él y Simon continuaron trabajando juntos y se desempeñaron como consultores de RAND. El trabajo de Newell allí no solo abarcó inteligencia artificial, sino que también incluyó sistemas hombre-máquina y aprendizaje individual y grupal en entornos impulsados por máquinas. Con otros, Newell trabajó en el diseño, construcción y operación del Laboratorio de Investigación de Sistemas creado para examinar cómo funcionan los sistemas humano-máquina bajo estrés. El laboratorio simuló un Centro de Dirección de Defensa Aérea y se

convirtió en un importante campo de entrenamiento para operadores del sistema de defensa aérea SAGE de la Fuerza Aérea.

6) La teoría de los juegos, la Guerra Fría y la Rand Corporation

La guerra nos ha acompañado desde los albores de la civilización. Nada ha sido más constante en la historia que la guerra. Es un fenómeno, no una sucesión de acontecimientos aislados. Los esfuerzos realizados para resolver conflictos específicos son ciertamente laudables y algunas veces dan realmente sus frutos. Sin embargo, hay también otra forma de aproximarse a ella –estudiando la guerra como un fenómeno general, estudiando los conflictos en general, definiendo sus características, señalando sus denominadores comunes, sus diferencias. Históricamente, sociológicamente, y sí, racionalmente, ¿por qué va a la guerra el homo economicus –ese hombre racional– ?. (Aumann, 2006)

En este contexto de generación de conocimiento, la teoría de juegos tiene una historia distinguida en RAND. Durante la Guerra Fría, los primeros trabajos de RAND sobre la teoría de juegos prometían resultados poderosos. El surgimiento de la Unión Soviética como "el enemigo" y las nociones de un posible intercambio único e intenso de armas nucleares entre la Unión Soviética y los Estados Unidos ofreció un paralelo casi perfecto al simple bloque de construcción de la teoría de juegos (juegos de dos personas, no iterativos, de suma cero) que a su vez proporcionó a los teóricos de juegos una forma de matematizar estrategias y resultados. Pero a medida que las condiciones y contingencias del mundo real entraron en el análisis, formalizar tales condiciones en la teoría de juegos resultó ser el objetivo de los investigadores de RAND.

Resulta sorprendente la historia de vida de los principales teóricos de teoría de los juegos y el papel que jugaron en la RAND. Quienes tuvieron un rol preponderante fueron John Von Neumann y su sucesor Thomas Schelling. Ambos no solo dedicaron sus estudios a la investigación teórica sino que tuvieron fuertes nexos con las agencias del gobierno estadounidense y llegaron a asesorar sobre la toma de decisiones en política militar de ese país en el contexto de la guerra fría.

A continuación se realizará un recorrido por la vida de los principales teóricos de teoría de los juegos que tuvieron su paso por la RAND Corporation.

a) John von Neumann

Como se comentó al comienzo del trabajo, a pesar de numerosos estudios predecesores, se corona como inicio de la teoría de los juegos al libro Theory of Games and Economic Behavior de John von Neumann y Oscar Morgenstern. Para quienes vienen siguiendo el hilo de esta investigación, no debe causar asombro que ambos autores hayan formado parte de la Rand Corporation.

Neumann nació en Budapest en 1903. Con la llegada de los nazis al poder en Alemania, se cambió el nombre por John y se estableció definitivamente en Estados Unidos, dónde ayudó a encontrar trabajo a muchos científicos judíos que huyeron de ese país. Al fundarse el Instituto de Estudios Avanzados, una institución diseñada para acoger, financiar o patrocinar

investigaciones científicas de alto nivel en 1933, von Neumann fue elegido profesor junto con Albert Einstein y Kurt Gödel. Asentado ya en su país de acogida, contrajo un segundo matrimonio con Klara Dan, una científica húngara como él, afincada también en Estados Unidos y pionera de la programación.

La entrada de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, motivó que von Neumann fuera movilizado para participar en el Proyecto Manhattan, nombre en clave con el que se conocía el desarrollo de la bomba atómica. Se encargó del estudio del sistema de explosivos de implosión que fue utilizado en Alamogordo, la primera detonación de una bomba atómica de la historia, y que luego volvería a usarse en la de Nagasaki.

Trabajó en RAND Corporation en varios de sus proyectos clave de la Guerra Fría, especialmente ayudando a refinar su aplicación temprana de modelos teóricos de juegos a los problemas de planificación de la guerra nuclear y disuasión estratégica. Sin embargo, su aporte al programa atómico norteamericano terminó yendo mucho más allá de las contribuciones científicas. Fue elegido por el general Leslie Groves, la máxima autoridad militar a cargo del Proyecto Manhattan, como uno de los miembros del comité encargado de tomar decisiones estratégicas. Se mostró a favor de la construcción de la bomba de hidrógeno y de los misiles balísticos intercontinentales capaces de lanzarlas sobre la Unión Soviética, y participó activamente en su diseño. La primera explosión de una bomba H se produjo en un atolón del océano Pacífico en 1952.

A este matemático se le atribuye el término de “destrucción mutuamente asegurada” (MAD por sus siglas en inglés). Es una teoría militar que se desarrolló para disuadir el uso de armas nucleares. La teoría se basa en el hecho de que las armas nucleares son tan devastadoras que ningún gobierno quiere usarlas. Ninguno de los lados atacará al otro con sus armas nucleares porque se garantiza que ambos lados serán totalmente destruidos en el conflicto. Nadie irá a una guerra nuclear total porque ningún bando puede ganar y ningún bando puede sobrevivir.

En el verano de 1944, Hermann Goldstine le comentó su labor en desarrollo del ENIAC, el primer ordenador digital de propósito general de la historia, que estaba siendo construido por la universidad de Pennsylvania. Allí fue cuando a von Newman se le ocurrió utilizar estos avances tecnológicos para resolver la complejidad de los cálculos del proyecto Manhattan así como para sus simulaciones de explosiones o cálculos de trayectoria de misiles.

Así fue que von Neumann se unió a su grupo de estudio, que en aquel momento se encontraba escribiendo las especificaciones del EDVAC, una evolución del ENIAC mucho más potente y eficiente. Fruto de esta colaboración fue el borrador llamado “First Draft of a Report on the EDVAC”. Documento clave como un modelo para la construcción de ordenadores electrónicos digitales, que luego sería conocida como la Arquitectura de von Neumann.

Después de la guerra, von Neumann, pese a contar con suculentas ofertas de trabajo procedentes de decenas de instituciones estadounidenses como el MIT o de empresas tan importantes como IBM o Standard Oil, siguió trabajando activamente en el Laboratorio de Los Álamos. Allí colaboró en la construcción de la temida bomba de hidrógeno y promovió activamente en el diseño de unos misiles balísticos intercontinentales capaces de alcanzar la Unión Soviética desde cualquier parte del planeta.

También desarrolló las máquinas autorreplicantes no biológicas -esquema empleado, por ejemplo, en los virus informáticos- y el Merge Sort, un algoritmo extremadamente útil a la hora de ordenar grandes volúmenes de datos en las limitadas memorias de los ordenadores de antaño y que todavía es utilizado en multitud de entornos de desarrollo actuales. Por último y no por ello menos importante, propuso la adopción del bit como unidad básica de información y, además, desarrolló el concepto de los bits de paridad para poder paliar la aparición de errores de computación, derivados de los componentes no fiables de la época.

En enero de 1955, von Neumann fue ratificado por el Senado de los Estados Unidos como comisario de la Comisión de Energía Atómica, uno de los puestos más altos al que un científico podía aspirar en el gobierno. Al año siguiente se le honró con la primera Medalla Fermi de manos del presidente Dwight D. Eisenhower, por sus «notables aportaciones» a la teoría y diseño de los ordenadores electrónicos.

Von Newman permanecía en Los Álamos varios meses al año y acudía personalmente a los ensayos nucleares, lo que propició que, en 1955 se le diagnosticase un cáncer muy agresivo en los huesos, que al año siguiente lo incapacitó gravemente. Eso no le impidió desarrollar su labor como comisario, por los que algunas reuniones de alto secreto de la Comisión de la Energía Atómica tuvieron que celebrarse en la habitación del Hospital militar Walter Reed en la que había sido internado. Finalmente, murió el 8 de febrero de 1957 (con 53 años) bajo estricta seguridad militar, por miedo a que revelase secretos militares mientras estaba siendo medicado (García, 2020)

b) Oscar Morgenstern

Morgenstern nació en Görlitz, Alemania y creció en Viena, Austria, donde también fue a la universidad y se graduó en 1925. A partir de ese año obtuvo una beca de tres años financiada por la Fundación Rockefeller. Después de su regreso en 1928, se convirtió en profesor de economía en la Universidad de Viena hasta su visita a la Universidad de Princeton en 1938.

Durante la visita de Morgenstern a Universidad de Princeton, Adolf Hitler se apoderó de Viena y Morgenstern decidió permanecer en los Estados Unidos. Se convirtió en miembro de la facultad de Princeton, pero gravitó hacia la Instituto de estudios avanzados. Allí conoció a von Neumann y colaboraron para escribir su célebre libro en 1944 (J Newman y O Morgestern, 1944).

La colaboración entre Morgenstern y el matemático von Neumann condujo al nacimiento de áreas de investigación completamente nuevas tanto en matemáticas como en economía. Estos han atraído un interés académico y práctico generalizado desde entonces. En 1944, Morgenstern también se convirtió en ciudadano estadounidense y cuatro años después se casó con Dorothy Young, con quien tuvo dos hijos, Carl y Karen. En 1950, fue elegido como Miembro de la Asociación Estadounidense de Estadística.

Morgenstern permaneció en Princeton como profesor de economía hasta su jubilación en 1970, momento en el que se unió a la facultad de Universidad de Nueva York. Morgenstern escribió muchos otros artículos y libros, incluyendo “Sobre la exactitud de las observaciones económicas, y Previsibilidad de los precios del mercado de valores” con el posterior premio Nobel Clive Granger. También en 1959 publicó su reconocido libro “The cuestión of National

Defense". Murió en Princeton, Nueva Jersey en 1977. El archivo de sus trabajos publicados y documentos inéditos se encuentra en Universidad de Duke.

Por su parte Morgestern, si bien con menos presencia en RAND que von Newman, realizó distintos trabajos de investigación para esta institución entre los que figuran: Soluciones simétricas de algunos juegos generales de n-personas (1961), Problemas de coherencia en el sistema de suministro militar (1954), Nota sobre la formulación del estudio de logística (1951), Prolegómenos a una teoría de la organización (1951).

c) John Forbes Nash jr.

John Nash, nació en 1928 en Estados Unidos y desde pequeño manifestó curiosidad por la química. A los catorce años Nash empezó a mostrar interés por las matemáticas influido por la lectura del libro de Eric Temple Bell, "Men of Mathematics" (1937). Ganó una beca en el concurso George Westinghouse y entró en junio de 1945 en el Carnegie Institute of Technology para estudiar ingeniería química. Sin embargo empezó a destacar en matemáticas cuyo departamento estaba dirigido entonces por John Synge, que reconoció el especial talento de Nash y lo convenció para que se especializara en matemáticas. Se licenció en matemáticas en 1948 e ingresó con una beca Princeton.

En 1949, mientras se preparaba para el doctorado, escribió el artículo por el que sería premiado cinco décadas después con el Premio Nobel. En 1950 obtiene el grado de doctor con una tesis llamada "Juegos No-Cooperativos". En esta tesis comienza criticando el libro "Theory of Games and Economic Behavior" de von Neumann y Oskar Morgenstern, que había sido publicado muy poco antes, en 1944:

Yo era un estudiante de posgrado en Princeton y von Neumann y Morgenstern eran residentes de Princeton, y habían escrito el libro, Teoría de los juegos y comportamiento económico, que a su vez dependía de un trabajo anterior en Francia, Emile Borel, y luego se remonta incluso a personas como Pierre de Fermat y Pascal y que estudiaron probabilidades. Y así tuve la oportunidad de describir algo diferente del procedimiento de von Neumann y Morgenstern, y lo escribí, pero pude usar muchas de sus ideas, su concepto de estrategias y utilidad, parte del cual en sí mismos habían sido adoptados del estudio anterior de Borel, y así pude desarrollar esta cosa que primero se llamó 'Puntos de equilibrio en juegos de N-personas' y luego, 'Juegos no cooperativos' fue el título de mi tesis final. Entrevista a John Nash (Griehsel., 2004)

En 1950 empieza a trabajar para la RAND Corporation, con el objetivo de aplicar sus conocimientos en la teoría de juegos para el análisis de estrategias diplomáticas y militares. Simultáneamente seguía trabajando en Princeton. En 1952 ingresó como profesor en el Massachusetts Institute of Technology. Sus clases eran muy poco ortodoxas y no fue un profesor popular entre los alumnos, que también se quejaban de sus métodos de examen.

En este tiempo empezó a tener problemas personales graves, añadidos a las dificultades que experimentaba en sus relaciones sociales. Conoció a Eleanor Stier con la que tuvo un hijo, John David Stier, nacido el 19 de junio de 1953. En el verano de 1954, John Nash fue arrestado en una redada de la policía para cazar homosexuales y se ha dicho en forma no oficial que como consecuencia de ello fue expulsado de la RAND Corporation.

Una de las alumnas de Nash en el MIT, Alicia Larde, entabló una fuerte amistad con él. Había nacido en El Salvador, pero su familia había emigrado a USA cuando ella era pequeña y habían obtenido la nacionalidad hacía tiempo. En febrero de 1957 se casaron y en el otoño de 1958 Alicia quedó embarazada. Pero antes de que naciera su hijo, la esquizofrenia de Nash ya era muy manifiesta y había sido detectada. Alicia se divorció de él más adelante pero lo acompañó durante su enfermedad.

En 1959, tras estar internado durante 50 días en el McLean Hospital, viaja a Europa donde intentó conseguir el estatus de refugiado político. Su esquizofrenia (¿y su paso por la RAND?) lo llevó a creer que era perseguido por rusos. En los años siguientes estaría hospitalizado en varias ocasiones por períodos de cinco a ocho meses en centros psiquiátricos de New Jersey. A finales de los sesenta tuvo una nueva recaída, de la que finalmente comenzó a recuperarse. En su discurso de aceptación del Premio Nobel describe su recuperación así: "Pasó más tiempo. Después, gradualmente, comencé a rechazar intelectualmente algunas de las delirantes líneas de pensamiento que habían sido características de mi orientación. Esto comenzó, de forma más clara, con el rechazo del pensamiento orientado políticamente como una pérdida inútil de esfuerzo intelectual".

d) Lloyd Shapley

En el trabajo reconocido por el comité del Nobel, Shapley y Roth, trabajando independientemente el uno del otro, fueron honrados por su investigación sobre "la teoría de las asignaciones estables y la práctica del diseño de mercado".

Desde estudiante de matemáticas hasta soldado conscripto durante la Segunda Guerra Mundial, Shapley siempre demostró un fino conocimiento por los números, los códigos y el pensamiento humano detrás de las probabilidades. Siendo oficial durante su periodo en combate en China, logró descifrar el código de transmisión utilizado por los soviéticos para el clima, lo cual permitió darle una ventaja importante para el ejército estadounidense avanzando en el combate frente a Japón. Más tarde se retiraría del ejército para resumir sus estudios en matemáticas, pasando progresivamente a incursionar en el mundo de los mercados y los modelos de toma de decisiones.

Shapley, un matemático investigador en RAND de 1948 a 1950 y de 1954 a 1981, enseñó "Teoría y aplicaciones de juegos" en la Escuela de Graduados Pardee RAND a principios de la década de 1980. Usó la llamada teoría de juegos cooperativos para estudiar y comparar diferentes métodos de emparejamiento, según el comité. Una cuestión clave es garantizar que la coincidencia sea estable en el sentido de que no se puedan encontrar dos agentes que se prefieran entre sí sobre sus contrapartes actuales. Shapley y sus colegas derivaron en particular el llamado algoritmo Gale-Shapley para garantizar una coincidencia estable. Shapley pudo mostrar cómo el diseño específico de un método puede beneficiar sistemáticamente a uno u otro lado del mercado.

Este economista prestó su nombre al término "valor de Shapley" y contribuyó con importantes conocimientos sobre el comportamiento del juego que involucra a tres o más jugadores en situaciones sociales reales, como votar o, en un artículo notable, admisiones universitarias y la estabilidad del matrimonio.

e) Kennet Arrow

Kenneth Joseph Arrow nació en la ciudad de Nueva York en 1921. Su padre era un banquero cuyo sustento fue destruido en el colapso económico de 1929. Kenneth ingresó al City College de Nueva York a los 15 años y se graduó en 1940 con una licenciatura en ciencias sociales y matemáticas.

Después de abandonar los planes de enseñar matemáticas en la escuela secundaria, ingresó a la escuela de posgrado en Columbia para estudiar estadística, obteniendo una maestría en matemáticas en 1941. Se cambió a economía cuando le ofrecieron una beca.

Ingresó en las Fuerzas Aéreas del Ejército en 1942 y se desempeñó como oficial meteorológico durante la Segunda Guerra Mundial. Después de completar su servicio en 1946, reanudó sus estudios, obtuvo un doctorado en economía de Columbia y se convirtió en investigador asociado de la Comisión Cowles para la Investigación en Economía de la Universidad de Chicago.

Consultor de la Corporación RAND desde 1948 hasta su muerte en 2017 pasó el primer verano en RAND trabajando en teoría de juegos y allí tuvo una conversación que lo llevó al tema de su disertación, que terminó de escribir en RAND el verano siguiente.

Publicado como un informe RAND, Elección social y valores individuales describe el Teorema de la imposibilidad para las elecciones sociales y se convirtió en el texto esencial para los científicos sociales interesados en aplicar matemáticas analíticas sofisticadas a problemas socioeconómicos. Cuando Arrow ganó más tarde el Premio Nobel de Economía por su trabajo, este libro fue citado como un aspecto importante de su logro y un punto de inflexión en el desarrollo de la economía moderna (RAND, 2017).

f) Robert Aumann

Robert Aumann nació en Frankfort en 1930. Su padre fue un comerciante textil que luchó y fue condecorado en la Primera Guerra Mundial. Su madre se crió en Londres donde obtuvo una licenciatura en el University College de Londres, hecho inusual por entonces. En 1938, la familia emigró a Estados Unidos.

Matriculado en la escuela superior de Nueva York, enfocó sus estudios hacia las matemáticas clásicas. Con posterioridad se fue al MIT donde empezó a tener curiosidad por matemáticas más “modernas” como la topología algebraica. Fueron las conferencias de George Whitehead las causantes de que decidiese hacer su doctorado sobre la teoría de los nudos. Su tesis fue publicada en 1956 en “Annals of mathematics”.

El origen de su interés en la teoría de los juegos parte de un proyecto para la defensa de la ciudad de Nueva York: un ataque de un escuadrón aéreo donde algunos aviones llevan bombas nucleares pero cuya mayoría son señuelos. En el MIT había conocido a John Nash, entrando en contacto con la teoría de los juegos. Creyó que con esta teoría se podría atacar el problema de los señuelos y se sintió inmediatamente atraído por el tema.

Consultor de RAND de 1962 a 1974, comparte el Premio Nobel de Economía 2005 con Thomas Schelling por haber mejorado la comprensión del conflicto y la cooperación a través del

análisis de la teoría de juegos. El comunicado de la Academia Sueca de premios Nobel dice lo siguiente:

En muchas situaciones reales, la cooperación puede ser más fácil de mantener a largo plazo que en un solo encuentro. Los cortos análisis de las interacciones en juegos suelen ser a menudo restrictivos. Robert Aumann fue el primero en realizar un completo y formal análisis de los llamados juegos de repetición infinita. Su investigación identificó con exactitud los resultados que pueden ser sostenidos en el tiempo en relaciones a largo plazo. La teoría de los juegos repetidos incrementa nuestro entendimiento sobre los prerrequisitos para la cooperación, porque es más difícil cuando: hay muchos actores, cuando interactúan con frecuencia, cuando las posibilidades de la rotura de la interrelación son elevadas, cuando el horizonte temporal es corto o, cuando las acciones de otros no pueden ser observadas con claridad. Su discernimiento sobre estos temas ayudan a explicar conflictos económicos como las guerras de precios o comerciales. Asimismo ayudan a explicar el porqué del éxito de algunas comunidades frente a otras en el uso de recursos comunes. El approach de los juegos repetitivos clarifica la razón de ser de muchas instituciones: desde las organizaciones mercantiles hasta el crimen organizado, y sus capacidades para llegar a acuerdos, ya sean sobre tratados internacionales de comercio o negociaciones salariales. (Real Academia Sueca de las Ciencias, 2005)

Actualmente forma parte del Instituto de Matemáticas de la Universidad Hebrea de Jerusalén y es miembro de las academias de las Ciencias estadounidense, israelí y británica. Fue presidente de la Unión Matemática de Israel y el primer miembro de la Sociedad de la Teoría del Juego, sociedad internacional para profundizar en el desarrollo de esta teoría y sus aplicaciones.

Recibió el Premio Harvey en Ciencia y Tecnología (otorgado por el Instituto de Tecnología de Israel) en 1983. Fue galardonado con doctorados honorarios por la Universidad de Bonn en 1988, por la Université Catholique de Louvain en 1989, y por la Universidad de Chicago en 1992. Fue elegido miembro de la Econometric Society en 1966, y sirvió durante varios años en su Consejo y en su Comité Ejecutivo. Aumann fue presidente de la Unión Matemática de Israel y miembro honorario de la Asociación Económica Estadounidense.

g) Thomas Schelling

Hijo de un oficial naval, Thomas Crombie Schelling (1921-2016) nació en Oakland, California. Obtuvo una licenciatura en economía de UC Berkeley en 1944 y un doctorado en economía de la Universidad de Harvard en 1951.

En el año 2005 es consagrado con el premio Nobel de Economía. A pesar de compartir el premio Nobel con su colega Aumann, ambos tenían una perspectiva muy distinta sobre la economía. Schelling intentaba expresar sus teorías desde una manera con tendencia hacia la heterodoxia, mientras que Aumann, matemático, expresaba de manera más formal sus teorías siguiendo la concepción ortodoxa de la ciencia.

En el prólogo de la segunda edición de *Strategy of Conflict*, Schelling reconoció que su esperanza en que la teoría de los juegos avanzara por el camino que él había propuesto en

1960 no se había cumplido y que el nuevo campo con el que soñó, aunque no se había dejado de desarrollar, no lo había hecho de forma explosiva (Schelling, 1990). En este libro analiza el papel de las amenazas, de los ataques sorpresa, de las represalias o de la comunicación entre los contendientes que se enfrentan en una guerra o en otro conflicto humano.

El eje central del aporte de Schelling es el desarrollo de ideas que tiempo después probaron ser importantes, crearon líneas de investigación y fueron ampliadas por otros autores. Por ejemplo una de sus ideas fue estudiada por su alumno Michael Spence, quien también ganó el Premio Nobel de Economía y formalizó la idea de que ciertas acciones se realizan fundamentalmente por el valor que tienen como “señales” en situaciones con información asimétrica.

Además los análisis de Schelling no solo se restringieron a la ciencia económica sino que se extendieron hacia otros campos del conocimiento como las relaciones internacionales y la ciencia política traspasando fronteras disciplinarias y construyendo alianzas científicas mediante una red de conocimiento. A pesar de que Schelling ganó el premio Nobel, algunos autores afirman que obtuvo más seguidores en otros campos del conocimiento que en la propia economía (Salazar, 2007, p. 132).

Según Díaz (2018) Schelling no se deja influenciar con la teoría de juegos que estaba de moda, ni usa los modelos de coalición que eran el principal objeto de investigación en ese momento. Para este autor “Schelling afirmaba que en muchas situaciones el análisis formal no era adecuado ya que las reducciones de un juego a su forma normal no tienen en cuenta cuestiones referentes a la información y la sincronización que son indispensables para entender las decisiones de los agentes, esto es evidente por ejemplo cuando se trata con juegos con múltiples equilibrios donde el poder predictivo de la teoría de juegos es mínimo. Este problema le llevó al desarrollo del concepto de punto focal, que abre la puerta a factores ambientales y culturales como elementos relevantes a la solución de una negociación” (Díaz, 2018, p. 1).

Otro tema importante que desarrolló Schelling es la idea, en el contexto de conflictos bélicos, es el del “Segundo golpe”, que se refiere a que un país establece un mecanismo fuera de su propio control para que, en caso de ser atacado, devuelva el ataque. La idea es que este mecanismo disuade al atacante y genera un equilibrio sin guerra. Ahora, en un contexto en donde existan errores de interpretación, es decir que un país crea erróneamente que ha sido atacado, esto es peligroso. De cualquier forma, aun introduciendo aleatoriedad en el análisis, en equilibrio el país que implementa el mecanismo del “Segundo golpe” establece un mecanismo para que, con una probabilidad suficientemente alta, se devuelva el ataque. Nuevamente, la idea es disuadir al atacante, y esto desde luego genera lo que en el contexto de la Guerra fría, en el cual se desarrollaron las ideas de Schelling, se conocía como el “equilibrio del terror”.

h) William Spencer Vickrey,

William Vickrey Nació en 1914 y fue un economista canadiense radicado en Estados Unidos. Fue educado en la Universidad de Yale y la Universidad de Columbia, donde enseñó a lo largo de su carrera. Fue consultor de RAND en 1967 y 1968, aportó un análisis innovador a los problemas de la información incompleta o asimétrica.

Compartió el Premio Nobel de Economía de 1996 con el economista británico James A. Mirrlees. El anuncio de su premio Nobel se hizo solo tres días antes de su muerte. Su colega del departamento de economía de la Universidad de Columbia, C. Lowell Harriss, aceptó el premio póstumo en su nombre. Solo hay otros tres casos en los que se ha otorgado un premio Nobel póstumamente.

Vickrey fue el primero en utilizar las herramientas de la teoría de juegos para explicar la dinámica de las subastas. En su artículo fundamental, Vickrey derivó varios equilibrios de subasta y proporcionó un resultado inicial de equivalencia de ingresos. El teorema de equivalencia de ingresos sigue siendo la pieza central de la teoría moderna de las subastas.

Sus teorías se aplican actualmente y son utilizadas por los bancos centrales de todo el mundo cuando se llevan a cabo nuevas subastas de deuda. Le da nombre a la conocida como subasta Vickrey. Sus ideas se reflejan en su artículo clave "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders" de 1961. El trabajo de Vickrey en la asimetría de la información en el ámbito de la política fiscal, dio paso a las teorías de James Mirrlees sobre preferencias reveladas. Murió en New York en 1996 a la edad de 82 años

Vickrey trabajó en la fijación de precios por congestión, la noción de que las carreteras y otros servicios deben tener un precio para que los usuarios vean los costos que surgen del uso completo del servicio cuando todavía hay demanda. Los precios por congestión dan una señal a los usuarios para que ajusten su comportamiento o a los inversores para que amplíen el servicio a fin de eliminar la restricción. Posteriormente, la teoría se puso en práctica parcialmente en Londres.

La filosofía económica de Vickrey fue influenciada por John Maynard Keynes y Henry George. Fue muy crítico de la escuela de economía de Chicago y expresó su oposición al enfoque político en lograr presupuestos equilibrados y combatir la inflación, especialmente en tiempos de alto desempleo. Trabajando bajo el mando del general MacArthur, Vickrey ayudó a lograr una reforma agraria radical en Japón.

7) Reflexiones finales

La teoría de los juegos es una herramienta moderna de aplicación en el análisis económico, cuyo objeto de estudio son los conflictos entre seres racionales y establece modelos matemáticos que permiten predecir cómo estos conflictos pueden ser resueltos.

Si bien en sus orígenes surge como un instrumento para la teoría económica, actualmente la teoría de juegos es una teoría en sí misma, introduciéndose como herramienta heurística, en otras ramas del conocimiento científico, como es el caso de los juegos evolutivos en la biología, la ciencia política para la toma de decisiones o en ciertas aplicaciones en la medicina genética.

La investigación en este campo que la RAND Corporation apoyó con la ayuda de cuantiosas sumas de dinero del gobierno estadounidense generó un círculo virtuoso en esta subdisciplina de la ciencia económica. Como resultado de estas investigaciones de calidad y las sinergias que

generaba todo el ambiente científico varios premios Nobel fueron otorgados a quienes conformaron el equipo desde mediados de 1940 hasta fines de 1970.

Como se demuestra en esta investigación, los economistas que trabajaron en esta institución, de gran relevancia y aportes, tanto en el marco teórico de la economía en general como en la teoría de los juegos en particular, han tenido gran relevancia en el asesoramiento para la toma de decisiones tanto en la segunda guerra mundial como en la guerra fría en las altas esferas del gobierno estadounidense y especialmente tanto en el plano estratégico de las operaciones militares como en desarrollos científicos entre los que se incluyen la bomba atómica y las primeras computadoras.

A esto sumado el contexto de la Guerra Fría con la Unión Soviética vista como un enemigo que fácilmente podría destruir a los Estados Unidos y su forma de vida, los investigadores estaban muy motivados para encontrar formas de contrarrestar esta amenaza. Al hacerlo, continuamente hicieron suposiciones que estructuraron los problemas que eligieron, dieron forma a la forma en que abordaron y persiguieron sus problemas de investigación y modularon los productos finales de su investigación.

Como ha demostrado este trabajo, gracias al financiamiento e intereses públicos los investigadores de RAND hicieron contribuciones fundamentales a varias disciplinas existentes, abrieron campos completamente nuevos de investigación y reunieron disciplinas de investigación existentes de manera que condujeron a nuevas y poderosas ideas sobre una variedad de fenómenos.

Dejando de lado los aportes teóricos y abocándonos a la aplicación práctica de esta teoría podemos citar como ejemplo el juego de "La destrucción mutua asegurada" o "Disuasión mutuamente asegurada" (MAD según sus siglas en inglés), término desarrollado por John von Newman en su paso por la Comisión de Energía Atómica del gobierno estadounidense. Esta es una teoría militar que se basa en el hecho de que las armas nucleares son tan devastadoras que ningún gobierno quiere usarlas. Ninguno de los lados atacará al otro con sus armas nucleares porque se garantiza que ambos lados serán totalmente destruidos en el conflicto. Nadie irá a una guerra nuclear total porque ningún bando puede ganar y ningún bando puede sobrevivir.

En esta época se desarrollaron considerablemente los misiles balísticos y diferentes tipos de armas nucleares. Las potencias constituidas representaban fuerzas capaces de "hacer volar el planeta varias veces", según una expresión popular muy en boca en la época. La asombrosa cantidad de armamentos desplazados de una y otra parte condujo a intentar numerosas negociaciones, antes de llegar a acuerdos de desarme parcial.

La doctrina subyacente a esta expresión se entiende como la capacidad de cada bloque antagónico para aniquilar a su contendiente por medio de un ataque nuclear masivo en caso de ser agredido: el primero que intente destruir al otro tiene la seguridad de ser destruido a su vez, anulando completamente su interés en desarrollar tal ataque. Este equilibrio también denominado "equilibrio del terror" se convertía paradójicamente así en una garantía para la paz y fue de hecho lo que evitó que las dos superpotencias se enfrentaran abiertamente durante el tiempo en que convivieron.

Este trabajo nos deja varias preguntas para nuevos canales de investigación:

- **Financiamiento del Estado hacia inversión en conocimiento:** ¿estos avances teóricos en teoría de los juegos hubieran sido posibles sin el financiamiento del gobierno estadounidense a través de la RAND Corporation? O, teniendo en cuenta las declaraciones de John Nash en su discurso del premio Nobel “...rechazo del pensamiento orientado políticamente como una pérdida inútil de esfuerzo intelectual” ¿es posible que se haya desviado el “camino verdadero o natural” de la ciencia económica distorsionando el curso de la investigación científica?
- **Ciencia de la guerra:** A pesar de que la RAND Corporation falló en el intento, ¿es posible una “ciencia de la guerra” unificada? ¿La Interdisciplinariedad contribuyó a sinergias en el conocimiento de varias disciplinas?
- **Aplicación práctica de la teoría de los juegos:** Para muchos, la destrucción mutuamente asegurada (desarrollada por John von Newman utilizando la teoría de los juegos) ayudó a evitar que la Guerra Fría se calentara mientras que para otros, es la teoría más ridícula que la humanidad haya puesto en práctica a gran escala. ¿Se encontraba la teoría de los juegos cuando la expone John von Newman en su libro (J Newman y O Morgestern, 1944) lo suficientemente desarrollada en ese tiempo para ponerla en práctica? ¿Qué otros análisis pueden hacerse utilizando la teoría de los juegos y “flexibilizando” el concepto de expectativas racionales?
- **Expectativas racionales:** En su discurso del premio Nobel, Aumann declara:
“Es un gran error decir que la guerra es irracional. Tomamos todos los males del mundo –guerras, conflictos, discriminación racial– y los descartamos acusándoles de irracionales. No son forzosamente irracionales. Aunque nos hacen daño, pueden ser racionales. Si la guerra es racional, una vez que somos conscientes de ello, podemos al menos enfrentarnos de alguna manera al problema. Si simplemente lo descartamos por considerarlo irracional, no podemos enfrentarnos al mismo”. (Aumann, 2006)
De esta afirmación nos surgen varias preguntas: ¿Es racional la guerra, como dice Aumann? ¿Resulta necesaria una teoría de la mente para la economía y la teoría de los juegos?

Este breve trabajo de investigación sobre los aportes de la RAND Corporation a la teoría económica desde mediados de la década de 1940 hasta fines de la de 1960 está lejos de ser completo. Destaca simplemente algunas de las investigaciones más importantes de RAND para proporcionar una idea de la magnitud de los avances teóricos de esa época.

8) Referencias bibliográficas

- Academia Sueca de Ciencias. (2005). *Información complementaria al comunicado de prensa del 10 de octubre de 2005*. Suecia: Academia sueca de ciencias.
- Aguiar, F. Barragán, J. y Lara, N. (2008). *Economía, sociedad y teoría de los juegos*. Madrid, España: Mc-Graw Hill.

- Aumann, R. (2006). *Guerra y Paz. Discurso al recibir el premio Nobel de Economía*. Asturias, España.: Revista Asturiana de Economía.
- Blaug, M. (1999). *Who's who in economics*. Londres, Inglaterra: Pub Edward Elgar.
- Bronowsky, J. (1973). *El ascenso del hombre*. Bogotá, Colombia: Fondo Educativo Interamericano.
- Caraballo, A., & Tenorio, A. (2015). Un paseo por la historia de la teoría de los juegos. *Boletín de Matemáticas* 22, 77-95.
- Díaz, B. S. (2018). *Aprendiendo de Thomas Schelling: La teoría del conflicto*. Disponible en <https://racionalidadltda.wordpress.com/2018/10/17/aprendiendo-de-thomas-schelling-la-teoria-del-conflicto/>.
- Dixit, A. (1980). *El papel de la inversión en la disuasión de entrada*. USA: Economic Journal, vol. 90, número 357, 95-106.
- Dyson, G. (2015). *La catedral de Turing. Los orígenes del universo digital*. Madrid. España: Debate.
- García, M. Á. (2020). John von Neumann, padre de la Guerra Fría y de los ordenadores modernos. *Exevi Disponible en <https://www.exevi.com/john-von-neumann-padre-de-la-guerra-fria-y-de-los-ordenadores-modernos/>, 1.*
- Geiger, R. L. (2004). *Research and Relevant Knowledge: American Research Universities Since World War II*. Oxford, Reino Unido.: Oxford University Press.
- Griehsel., M. (2004 de Septiembre de 2004). Entrevista a John Forbes Nash. *Nobel Prize*, págs. 1-10. Disponible en <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1994/nash/26018-interview-transcript-1994-2/>.
- Harford, T. (2016). *Thomas Schelling, el economista que ayudó a evitar una guerra nuclear jugando con Kissinger*. USA: BBC News. Disponible en https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160408_thomas_schelling_teoría_juegos_economía_finde_ch.
- Hounshell, D. (1997). La Guerra Fría, RAND y la generación de conocimiento, 1946-1962. *Estudios históricos en ciencias físicas y biológicas*, 237-267.
- J Newman y O Morgenstern. (1944). *Teoría de los juegos y el comportamiento económico*. USA: Princeton University.
- Leslie. (1994). *The Cold War and American Science: The Military-Industrial-Academic Complex at MIT and Stanford*. New York, USA.: Columbia University Press.
- RAND. (2017). *El premio Nobel Kenneth J. Arrow, consultor de RAND desde 1948, muere a los 95 años*. New York: Disponible en <https://www.rand.org/news/press/2017/02/22.html>.

- Rand Corporation. (2021). *El premio Nobel y Rand*. Pagina web: Disponible en <https://www.rand.org/about/history/nobel.html>.
- Rand, C. (2012). *Lloyd Shapley de RAND gana el Premio Nobel de Economía*. USA: <https://www.rand.org/blog/2012/10/rands-lloyd-shapley-wins-nobel-prize-in-economics.html>.
- Rand, C. (22 de Febrero de 2017). El premio Nobel Kenneth J. Arrow, consultor de RAND desde 1948, muere a los 95 años. pág. 5.
- Real Academia Sueca de las Ciencias. (2005). *Premio Nobel de Economía Robert J. Aumann*. Suecia: Real Academia Sueca de las Ciencias.
- Ruiz, J. F. (2006). *El Premio Nobel de Economía y la teoría de los juegos: un encuentro más*. México.: Análisis Económico. Núm. 48, vol. XXI.
- Salazar, B. (2007). *Thomas C. Schelling: la paradoja de un economista errante*. Cali, Colombia.: Revista de Economía Institucional.
- Schelling, T. (1958). *El miedo recíproco al ataque sorpresa*. USA: Rand Corporation.
- Schelling, T. (1959). *Armas nucleares y guerra limitada*. USA: Rand Corporation.
- Schelling, T. (1990). *The strategy of conflict*. Massachusetts, USA.: Harvard University Press.
- Sen, A. (1976). *Los tontos racionales. Una crítica a los fundamentos conductistas de la teoría económica*. USA: Mathematical Psychics.
- Smith, J. (1993). *The Idea Brokers: Think Tanks And The Rise Of The New Policy Elite*. New York, USA: The Free Press.
- Spence, A. (1977). *Precios y bienestar no lineales*. USA: Journal of Public Economics.
- Stiglitz, J. E. (2000). *Economía del Sector Público. Tercera Edición*. Columbia, USA.: Ediciones Bosch.
- Titman S y Markovik V. (1991). *Financial Policy and Reputation for Product Quality*. USA: Review of Financial Studies.
- Titman, S. (1984). *El efecto de la estructura de capital en la decisión de liquidación de una empresa*. USA: Journal of Financial Economics.