

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
División de Ciencias Sociales y Humanidades
Departamento de Economía

REPORTE DE INVESTIGACIÓN
Incertidumbre y juego estratégico.

AUTORES:

Oscar Rogelio Caloca Osorio
Cristian Eduardo Leriche Guzmán
Víctor Manuel Sosa Godínez

Proyecto de investigación # 606. Aprobado en la sesión 105 del 2 de agosto de 1995. Proyecto actualmente vigente. Proyecto independiente:
“Métodos y enfoques de la economía. Algunos estudios teóricos.”
Línea de conocimiento: Teoría económica. Grado de avance: 55%.

México, Azcapotzalco, 3 de noviembre de 2021.

FORMATO PARA EL REPORTE DE INVESTIGACIÓN “**Incertidumbre y juego estratégico**”.

1. Nombre de los investigadores: Caloca Osorio, Oscar Rogelio; Leriche Guzmán, Cristian Eduardo; Sosa Godínez, Víctor Manuel.

2. Número del proyecto registrado ante Consejo Divisional: # 606: Métodos y enfoques de la economía. Algunos estudios teóricos.

3. Línea de generación y/o aplicación de conocimiento: Teoría económica.

4. Proyecto de investigación independiente.

5. Título del reporte: Incertidumbre y juego estratégico.

6. Resumen: El objetivo de este reporte es brindar una breve panorámica instrumental para tratar la incertidumbre, alejándonos del tradicional método ortodoxo de subastas. Que solo maneja a la incertidumbre como riesgo, inoculando a lo primero de su esencia al estudiarlo “sin certeza”. Puesto que el riesgo implica una certeza relativa guiada por probabilidades objetivas que se pueden calcular. Sin embargo, la incertidumbre puede ser mayor al riesgo y hasta total, en estos casos solo pueden determinarse probabilidades subjetivas en el largo plazo o no existe probabilidad alguna. Acertar bajo incertidumbre total es una casualidad, donde, las reglas heurísticas solo permiten aproximarse al menor costo posible, puesto que de ser precisa el costo bajo cierta condición es inmensamente imposible de solventar.

7. Presentación del Dr. Sergio Cámara Izquierdo, Jefe del Departamento de Economía. El presente reporte de investigación forma parte del proyecto “Métodos y enfoques de la economía. Algunos estudios teóricos.” (#606 del Catálogo de proyectos registrados en la DCSH). El proyecto está vigente desde su aprobación y no tiene fecha de terminación. CATÁLOGO DE INVESTIGACIÓN 2021: <https://drive.google.com/file/d/1PbNLB1APYokt4DTFL-QJ9MCtKR4r5b7/view>

Cabe señalar que este proyecto tiene como propósito obtener diversos resultados finales de los estudios teóricos que realizan en ese contexto, algunos de carácter exploratorio los autores los consideran como preliminares; por ello, su finalización en su calidad de reportes de investigación tiene el 55% de avance. Esto implica, por supuesto, el que sea a su vez insumo referente para otros estudios. El objetivo, método y desarrollo del reporte están explícitos en la introducción correspondiente.

8. Reflexiones finales: La primera corresponde con la crítica a la microeconomía ortodoxa a través de la problemática que presenta cuando pasa del individuo teórico a una simple interacción entre dos individuos, puesto que esa circunstancia implica una relación mínima necesaria para hablar de que la microeconomía ortodoxa no es capaz de establecer explicaciones sociales en el contexto de una ciencia social como la economía. Es decir, la microeconomía ortodoxa no es social y ni siquiera una explicación colectiva, porque sus preceptos de deseos no concuerdan con la acción de maximizar y la racionalidad.

Esto lleva a rechazar este mecanismo de elección [racional maximizador], para abordar cuestiones que tienen que ver con la creencia razonable no falsa que implica personas con emociones, valoraciones axiológicas y empatía, aunado a introyectar la evolución positiva o negativa de la ciencia y la técnica del momento.

La tercera reflexión tiene que ver con la estructura de modelos que pudiesen ser deterministas que excluyen necesariamente la incertidumbre y modelos indeterministas que contemplan los diferentes grados de incertidumbre, desde nula incertidumbre o certeza [que se refiere a un modelo determinista] hasta la existencia de total incertidumbre. Los deterministas son del tipo Newton-Laplace y los segundos son del tipo caos determinista hasta caos en el sentido de los antiguos griegos donde se contempla la inestabilidad del sistema.

La cuarta reflexión corresponde con el instrumental que permite estudiar la incertidumbre desde la probabilidad, la inteligencia artificial y la heurística. En este caso la probabilidad brinda el teorema de Bayes, la inteligencia artificial: la regla de Jeffrey, y la heurística soluciones a situaciones con alta incertidumbre. Este enfoque dista mucho de parecerse al típico uso de subasta en la economía ortodoxa.

La quinta reflexión es sobre la pertinencia o no de encontrar la verdad en las retroyecciones y proyecciones que se hacen para conocer limitadamente el pasado o el futuro: el futuro es incierto. Y de qué sirve predecir a tiempo, en 1970-1980 el agotamiento de los recursos escasos y el cambio climático, si no se aplican las medidas necesarias para prevenirlo o aplazarlo mucho más.

9. Referencias bibliográficas.

Binmore, Ken (1996). *Teoría de Juegos*, Madrid, España: Mc Graw Hill.

Caloca, Oscar (2012). Desde el individuo racional al individuo bajo creencia, un mecanismo de elección. *Revista Economía Teoría y Práctica*, México, UAM-Iztapalapa. No. 37. ISSN: 0188-8250.

-----, Cristian Leriche y Víctor Sosa (2014). "Más allá de los límites de la elección racional I: la formación de la acción". *Revista Tiempo Económico*. No. 26. ISSN: 1870-1434.

----- (2015). "Más allá de los límites de la elección racional II: perspectivas en ciencia cognitiva". *Revista Tiempo Económico*. No. 27. ISSN: 1870-1434.

----- (2016). "Crítica de la Economía Ortodoxa desde una Visión Culturalista, la Economía Solidaria". En: M. Reyes, J. Linares y M. V. Ferruzca (Ed.): *Economía y Cultura: críticas, emprendimientos y solidaridades*. México: Economía y Cultura Ciudad de México y UAM-Azcapotzalco.

Gibbons, Robert (1992). *Un Primer Curso de Teoría de Juegos*, Barcelona, España: Antoni Bosch.

Hacking, I. (1990). *La domesticación del azar. La erosión del determinismo y el nacimiento de las ciencias del caos*, Sevilla: Gedisa.

Jeffrey, Richard (1968) "Probable Knowledge", in: Lakatos (ed.) *The Problem of Inductive Logic*, North-Holland, Amsterdam.

Kahneman, D. y Tversky, A. (2001): *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. USA: Cambridge University Press.

Mosterín, Jesús (1994). *Filosofía de la cultura*, Madrid: Alianza.

----- (1978). *Racionalidad y acción humana*, Madrid: Alianza.

Rich, E. y K. Knight (1994). *Artificial Intelligence*, USA: Mc Graw Hill.

Russell, S. y Norvig, P. (1996). *Inteligencia Artificial*. México: Prentice Hall.

Sametband, Moisés (1999). *Entre el orden y el caos: la complejidad*, México: FCE.

Sánchez, Francisco (1993). *Introducción a la Matemática de los Juegos*, México: Siglo XXI y Universidad de Guadalajara.

Sametband (1999).

Vega, Fernando (2000). *Economía y Juegos*, Barcelona: Antoni Bosch.

Wang, H. (1998). *Order Effects in Human Belief Revision*. USA: Ohio University.

REPORTE DE INVESTIGACIÓN:

Incertidumbre y juego estratégico.

Oscar Rogelio Caloca Osorio¹

Cristian Eduardo Leriche Guzmán²

Víctor Manuel Sosa Godínez².

I. Introducción.

La base fundamental del presente reporte es un panorama a cierto herramental emanado de la teoría de la probabilidad, la inteligencia artificial y la heurística. Estas tres fuentes en su interacción conducen a la exploración de la incertidumbre y su posible inclusión en un juego estratégico.

No solo es vislumbrar un panorama de la incertidumbre desde la certeza o nula incertidumbre a el riesgo: como se ha llevado a efecto en la economía ortodoxa. Al grado de que cuando se habla de incertidumbre siempre se propone un modelo de subastas que solo atiende al riesgo. El riesgo se puede calcular con alta precisión, basta recordar que existen tablas actuariales sobre ello.

El riesgo es un grado de incertidumbre, pero no el único, tratar los hechos sociales y su interacción entre las personas como un riesgo dada una tabla actuarial o como subastas con probabilidades objetivas calculadas es absurdo e ineficiente. Cada vez que sabes que una persona al interactuar con otras en una colectividad o en una sociedad está restringida por diferentes grados de incertidumbre, desde la incertidumbre nula hasta la incertidumbre total: el riesgo es un grado de incertidumbre menor, y, aun así, causa estragos en la vida económica de las personas si son propensas al riesgo, y no garantiza obtener éxito siempre, aun sí las personas no son propensas al riesgo.

¹ Profesor-Investigador del Departamento de Sociología de la UAM-Azcapotzalco. E-mail: oscarcalo8@yahoo.com.mx

² Profesores-Investigadores del Departamento de Economía de la UAM-Azcapotzalco. E-mail: cristianleriche1@yahoo.com.mx y sosqovic2003@yahoo.com.mx.

Una forma en que los modelos teóricos y empíricos absorben las implicaciones de la incertidumbre, es considerar que el universo es determinista como lo consideraron en su tiempo: Newton y Laplace. Hacer esto exime al diseñador del juego de los dados, considerando que todo marchara como debe de marchar. Es decir, el pronóstico del futuro se vuelve certero.

Empero, el universo está lleno de indeterminismo caótico en el sentido de los antiguos griegos [como la Teodicea de Hesíodo] y caótico determinista en el sentido de los teóricos del caos. En este sentido, el objetivo del reporte es mostrar la interacción entre probabilidad, inteligencia artificial y heurística, para un mejor acercamiento a las estructuras de la incertidumbre.

Para ello, el presente reporte se divide en las siguientes secciones: en la primera sección se aborda brevemente una crítica a la microeconomía ortodoxa, en la segunda sección se presenta un panorama sobre la cuestión del determinismo y del indeterminismo. En la tercera sección se trata de reunir las tres fuentes instrumentales para estudiar la incertidumbre que conlleva a la cuarta sección; la incertidumbre y la predicción. Para finalmente plantear un juego en donde puede existir incertidumbre en varios grados y que se resuelve con una heurística.

II. Breve crítica a la microeconomía ortodoxa.

Iniciamos con una breve crítica a la Teoría de la Elección Racional [TER], sustento de la Microeconomía ortodoxa, con la finalidad de mostrar que esta solo es un caso de algo con mayor amplitud: la razonabilidad. La TER implica cumplir con dos axiomas: la completitud y la transitividad, que se muestran a continuación.

Axioma 1: Completitud.

En este caso se tiene que el decisor cuenta con tres cursos de acción para poder resolver un dilema: A_1 , A_2 y A_3 . Entonces este muestra su capacidad de elegir diferenciando o siendo indiferente entre estos cursos de acción propuestos, así la diferencia se establece a través del tan preferido como \succeq y la indiferencia como \sim . Así, $A_1 \succeq A_2$ y $A_1 \succeq A_3$ y $A_2 \succeq A_3$, quiere decir, que el individuo teórico prefiere la acción A_1 a la A_2 para resolver el problema y así sucesivamente o $A_1 \sim A_2$ y $A_1 \sim A_3$ por lo tanto $A_2 \sim A_3$, quiere decir, que el individuo teórico es indiferente entre

preferir la acción A_1 a la A_2 para resolver el problema y así sucesivamente. Pudiéndose tener múltiples combinaciones entre tan preferido como e indiferencia. Este es un axioma de elección.

Axioma 2: Transitividad.

Este es un axioma propiamente de racionalidad, donde son ordenas las elecciones de tal forma que no se cambie de parecer una vez ya hecha la elección pues se supone que se cuenta con la suficiente información y se tiene la capacidad de analizarla confiablemente. Para ello, contamos con los mismos tres cursos de acción para la resolución de un problema: A_1 , A_2 y A_3 . En este caso, la transitividad implica que si $A_1 \succeq A_2$ y $A_2 \succeq A_3 \rightarrow A_1 \succeq A_3$ o con indiferencia $A_1 \sim A_2$ y $A_2 \sim A_3 \rightarrow A_1 \sim A_3$. Aceptándose las combinaciones ordenadas de tan preferido como e indiferencia. Así al cumplir con estos dos axiomas se es racional, donde la forma de representarlo es que los fines están directamente vinculados con los objetivos si mi objetivo es B y A_1 me lo resuelve mejor que A_2 y A_3 , siempre sin dudar lo mi elección será de A_1 antes que A_2 y A_3 .

Surge, con lo anterior, un dilema, donde, aun siendo las personas racionales, de acuerdo con la teoría, las decisiones en interacción pueden llevarnos a un resultado desfavorable. Esto puede ser demostrado a través del dilema de los prisioneros. Para probar esto se recurre a la utilización de la teoría de juegos no cooperativos.

En su forma normal o estratégica el dilema de los prisioneros representa la interacción de dos prisioneros –nuestros tomadores de decisión, que como supuesto esencial ambos son racionales en el sentido de los axiomas de la TER. Estos tienen un par de estrategias: cooperar o no cooperar entre ellos y estas son exhaustivas y mutuamente excluyentes para su situación [véase matriz 1]. En ella, la mejor decisión racional para cada uno de ellos es la que les brinde mayor retribución o utilidad [por ejemplo: satisfacción en forma débil o felicidad en forma fuerte], por ende, estos buscan maximizar su utilidad o que su utilidad sea la máxima que puedan obtener con su decisión. Donde queda claro que las preferencias son las motivaciones para la acción, pero la maximización es la acción misma.

Veámoslo a través de un ejemplo numérico. Se tienen dos individuos: A y B, los cuales cuentan con dos estrategias: cooperar con el otro o no hacerlo y diversos pagos de las cuatro posibles interacciones –A cooperar-B cooperar (3,3), A No cooperar-B No cooperar (0,0) y así se obtienen el resto de las combinaciones.

La solución de tal juego en la búsqueda de un equilibrio de Nash se determina por medio de una selección en la matriz de los pagos o retribuciones mayores: subrayándose los valores en las casillas. Así si una casilla tiene todos los valores subrayados ese será un equilibrio de Nash en estrategias puras, dado que los jugadores son racionales cada uno de ellos elige aquellas estrategias que les reporten mayor utilidad. En este caso su decisión se inclina por el valor de 4 en vez de 3 para filas A [no cooperar, cooperar] y columnas B [no cooperar, cooperar]. Al seleccionar estos valores ellos eligen la estrategia de no cooperar con el otro, lo cual, en el conjunto de la interacción les conduce a obtener en realidad una utilidad de (0,0). Esto es, en la búsqueda racional de su propio interés y de la máxima utilidad posible individual en un contexto social ambos obtuvieron pérdidas. Y, por ende, este resultado no es del todo consistente con la maximización racional, puesto que siendo racionales y con información perfecta no pueden ser inocentes.

Matriz 1

Juego el dilema del prisionero

| | | B | |
|---|-------------|------------------|-------------------------|
| | | Cooperar | No cooperar |
| A | Cooperar | (3 , 3) | (-1 , <u>4</u>) |
| | No cooperar | (<u>4</u> , -1) | (<u>0</u> , <u>0</u>) |

Fuente: Elaboración propia con base en: [(Gibbons, 1992) y (Vega, 2000)].

Claro es que esto no solo conduce al menor resultado combinado posible, tomando en consideración que el mecanismo para decidir es la elección racional en la interacción social, ésta puede conducir a resultados catastróficos. Ello abre la posibilidad a que la axiomática de la TER para determinar qué es un individuo racional-maximizador no pueda ser llevada a interacciones colectivas y/o sociales sin dificultades, puesto que sus resultados no llevan siempre a la maximización de la utilidad de los individuos teóricos.

Empero, qué sucede sino cumplo con el segundo axioma [de propiamente racionalidad], la respuesta es mi elección racional no será consistente. Sin embargo, abre el panorama al cambio de parecer sin que deje de haber consistencia. Lo cual se logra por medio de hacer uso de la razonabilidad. Para ello, se requiere hacer mención de las creencias razonables no falsas.

Que no son otra cosa que estados de conocimiento limitado, es decir, incluye la incertidumbre como parte de su estructura, siendo razonables porque aceptan la existencia de emociones valoraciones axiológicas y empatía: necesarias para contar con personas y no individuos teóricos, puesto que sus creencias son no falsas porque dependen del nivel de conocimiento científico y del avance de la técnica para el quehacer de todos y cada uno de los seres humanos que habitan en el planeta y en estancias sublunares, el cual cambia con el tiempo por ello no se establece una noción de verdad de hoy y para siempre. Y que, por supuesto, tienden al error, buscando siempre la minimización del mismo [véanse (Caloca, Leriche y Sosa, 2016) y (Caloca, 2012)].

III. Determinismo e indeterminismo.

III.1 Determinismo.

El determinismo puede ser relacionado con dos alternativas, ya sea determinismo físico o determinismo metafísico. En el primer caso decimos que un sistema físico es determinista si su estado en un momento dado determina unívocamente su estado en cualquier otro momento de su existencia. Si la evolución del sistema está regida por ecuaciones diferenciales, las propiedades matemáticas típicas de estas son: existencia y unicidad de las soluciones, aseguran el determinismo del sistema (Sametband, 1999). La representación de un proceso natural mediante un modelo determinista permite predecir su desarrollo y brinda una comprensión satisfactoria de la necesidad de este.

Por otra parte, el determinismo metafísico puede caracterizarse simplemente como la extrapolación de aquel a todo acontecer. Esta extrapolación tendría sentido si poseyésemos un modelo matemático adecuado del devenir universal en todos sus detalles, aunque no fuéramos capaces de registrar todas las cantidades que

fijan cada uno de sus estados, ni de resolver las ecuaciones con arreglo a las cuales estos se suceden. Sin embargo, no contamos con tal modelo, y si alguien lo propusiera, no sería fácil corroborarlo (Sametband, 1999). Esto conduce a que el determinismo metafísico no deje de ser un sueño de la razón, cuya falta de base y aun de contenido queda en evidencia al compararlo con los determinismos físicos.

III. 2 Indeterminismo.

El considerar la postura que enuncia que todo está determinado siendo el único problema establecer su causa, corresponde con un mecanismo que no deja pie a la incertidumbre de la vida social y, por ende, al indeterminismo de las conductas probabilísticas de corte subjetivo que ejecutan los individuos en su transitar por el mundo. Esto necesariamente implica que los individuos pudiesen conocer con exactitud su entorno y las relaciones entre los mismos. Lo cual, empíricamente se demuestra como difícil de cumplir, puesto que, en otras palabras, significa que los individuos se conocen y conocen el universo circundante, y que, con ello, pueden extrapolar esta práctica fuera de nuestro vecindario cósmico.

Lo anterior, en diversos sentidos se le considera como factible pues permite predecir con cierto grado de certeza qué puede acontecer; sin embargo, este tipo de predicción puede aún ser no certera debido a cuestiones que tienen que ver con una dinámica de variables ocultas o la existencia de variables que se consideran no relevantes pero que en realidad si son relevantes o el simple hecho de contar con información inadecuada que se llegó a considerar libre de sesgos.

Por lo que considerar que los fenómenos sociales se comportan como una especie de máquina que puede ser predicha, no sólo lleva a posturas radicales dentro de la formación científica que conducen inmediatamente a posiciones dogmáticas. No se hace una crítica de los propios fundamentos, sino que se cree inapropiadamente en algo.

Este dogmatismo determinista conduce a creer ciegamente en la ciencia, lo cual es una creencia radical metafísica o en otras palabras la transmutación de la ciencia en una religión. Por ende, esta manera de ver y buscar explicar los fenómenos sociales, es de origen dudoso. Puesto que en un sin fin de fenómenos

sociales aún se está lejos de conseguir una explicación certera de qué es lo que les determina o en su caso, qué les lleva a que ante someras modificaciones en sus condiciones iniciales se obtengan resultados tan diversos.

Ello, por supuesto que demerita la posible existencia de condiciones aleatorias entre fenómenos que puede llevar a explicaciones alternativas sobre la vida social o colectiva. Esto, como ya se menciona más arriba, tiene sus orígenes en la teoría de Newton y su interpretación a favor de un mundo determinista. Asimismo, se sujeta a las propuestas racionalistas de corte mecanicista, que lo único que estipulan es un comportamiento causa-efecto del individuo; como es el caso de las propuestas elaboradas por Descartes o los argumentos de La Mettrie de que el hombre es una máquina³.

En este tipo de inferencias no existe espacio para las alternativas probabilísticas subjetivas. Empero, uno de los principales disidentes del determinismo fue Charles Sanders Peirce quien

demostró que esta teoría, por muy verídica que fuera, no nos proporciona una razón válida para creer que las nubes son relojes perfectos (...) rechazó la creencia en que este reloj, o cualquier otro, fuera *perfecto*, o que siquiera se acercara un poco a esa absoluta perfección que el determinismo físico le atribuía.”
(Popper 1965 en Miller, 1997: 266).

En este caso el individuo, visto como un hecho social, mantiene conductas que no son completamente deterministas, puesto que la ejecución de la mayor parte de sus acciones contiene un margen importante de incertidumbre y, por ende, de factibilidad de error. Si el error está presente entonces las colectividades no pueden actuar de manera determinista, para ello sólo es necesario reconocer que el ser humano no es perfecto, pero si perfectible, es decir, que yerra, aunque con el paso del tiempo pudiese, tal vez, aprender y minimizar su margen de error.

El indeterminismo social, es sólo una explicación de la evolución de las interacciones entre los individuos de una colectividad. Esto implica que cada acontecimiento social observable y, presumiblemente, medible tiene una causa

³Para el caso véase Popper (1965): 276.

social observable y probablemente mensurable, que es compatible con el indeterminismo en el sentido de que ninguna métrica puede ser infinitamente precisa. Claro es que tampoco la indeterminación ocurre en un azar perfecto, existe información en el mundo de la cual las personas hacen uso con finalidades cotidianas o especiales, a través de los memes o unidades básicas de información cultural. Debido a que bien “sabemos que nuestras nubes no son efecto del azar perfecto” (Popper en Miller, 1997: 280).

Lo cual revela que tampoco el indeterminismo puro ofrece algo, puesto que se requiere establecer nociones que contengan un cierto grado de probabilidad objetiva de ocurrir; tanto para nuestras predicciones como para las retrodicciones. Esto constituye el requerimiento de un soporte determinista incompleto o con cierto grado de indeterminismo; para las proyecciones que se ejecutan con la finalidad de identificar el conocimiento incompleto de los fenómenos sociales. En consecuencia el panorama es: existe incertidumbre y una fragilidad a las condiciones iniciales en esquemas dinámicos no lineales caótico-deterministas.

IV. Incertidumbre

IV.1 Incertidumbre

En los eventos que se enfrentan los jugadores existen cuatro tipos de incertidumbre [aunque claramente la incertidumbre en ese sentido es discreta. Empero, la línea de incertidumbre es un espacio métrico, y, por ende, continuo, es decir, va de cero incertidumbres a 1 o 100% de incertidumbre]: así, las cuatro indicaciones son incertidumbre inexistente o certeza, la segunda, corresponde con la incertidumbre donde las probabilidades objetivas de los argumentos son estimadas en el corto y mediano plazo: al que también conocemos como riesgo. EL tercer tipo es una incertidumbre que se conoce como indeterminación (Wang; 1998: 24) la cual se debe a deficiencias en la información, en el sentido de que no es posible determinar con exactitud la verdad de una proposición, sin embargo, se considera que en el largo plazo tal verdad puede llegar a ser especificada con precisión.

Por ende, los jugadores se enfrentan a un dilema de falta de información en el conjunto de información de por lo menos un jugador: esto implica que no existe

una falta total de certeza y sí que parte de la información disponible en un juego estratégico existe, pero otra parte no. La cuarta es la incertidumbre total donde, no puede determinarse completamente el valor de verdad de una proposición ni tampoco puede obtenerse una específica precisión en el largo plazo de la verdad de tal proposición, es decir, se plantea la existencia de una total incertidumbre y, por ende, la falta de una certeza total. Esta última solo a veces se resuelve con una heurística no precisa, pero a bajo costo.

Asimismo, este tipo de condiciones se reflejan en una división más: la existencia tanto de incertidumbre externa como interna. En el primer caso, se atribuye al mundo externo o nuestro estado de conocimiento limitado; sobre el cual no tenemos control, es decir, sobre los otros y en este sentido, sobre los otros jugadores en cuanto a por qué s_i optarán, en el segundo, la incertidumbre se relaciona más con nuestra mente, es decir es atribuible a nuestros sufrimientos, sentimientos y recuerdos (Kahneman y Tversky, 2001: 515).

En este sentido, es plausible la identificación de procesos de incertidumbre que van desde su inexistencia hasta su existencia total, para ello es posible, en cuanto a su tratamiento, optar por diversos caminos de los cuales sólo optamos por uno que nos conduzca directamente a la regla de conocimiento ante situaciones de incertidumbre o regla de Jeffrey la cual adaptamos a nuestra condición de determinación de estrategias [s_i] o cursos de acción de los jugadores en la toma de decisiones, y que implica incertidumbre [Φ] en su elección.

Es decir, se le atribuye a cada s_i como contenido la existencia de incertidumbre regida por el desconocimiento o el conocimiento limitado [conocimiento bajo incertidumbre]. Para ello, se argumenta en primera instancia sobre el teorema de Bayes.

IV.2 Probabilidad y Teorema de Bayes⁴

El teorema de Bayes como parte de la teoría de la probabilidad permite establecer una relación de identificación del conocimiento limitado a partir de premisas establecidas, es decir, con base en un conocimiento limitado a priori es posible

⁴ Para una referencia sobre su tratamiento en el documento véase (Rich; 1988) y (Rich y Knight; 1994).

extraer resultados para la probabilidad de un evento vinculado con el primero, esto es de suma utilidad para la relación existente entre las s_i y la incertidumbre, puesto que el valor veritativo de una creencia razonable $[\exists R]$ está condicionado por el contenido informacional de su justificación $[J\exists]$ y su coherencia consciente lógica $[L\exists]$.

La regla de Bayes para nuestro caso implica lo siguiente: $\forall s_i, \Phi \exists P(s_i | \Phi) \in [0,1]^5$:
$$\frac{P(\Phi|s_i)P(s_i)}{P(\Phi)}$$

Así, la probabilidad expuesta en el teorema de Bayes permite argumentar que la ocurrencia de s_i depende de lo ocurrido con la Φ , en un sentido de elección se elige la s_i dependiendo de cómo este afectada en particular por la Φ , y dicha afectación implica la existencia de la posible gama de incertidumbre.

Esta operación representa la probabilidad a posteriori de ocurrencia de la s_i dada la cuantía de información que existe en Φ , que puede ser una información completa, en cuyo caso esta es nula o en el caso de diversas gradaciones de esta hasta llegar a la total incertidumbre, condición que no aporta información suficiente para la elección de la s_i racional, pero sí una elección razonable, aun así el participante elige pues adopta la regla de Jeffrey, empleada en la inteligencia artificial: que es la segunda fuente herramental.

IV.3 Regla de Jeffrey: adaptación e incertidumbre.

Ahora bien, una vez identificada la relación entre s_i e Φ , es menester destacar la importancia de esta relación en el contexto de la obtención de un conocimiento limitado o no. Es decir, de la obtención de creencias razonables no falsas en el primer caso o creencias no razonables no falsas sino meras especulaciones sobre

⁵ Esta función por definición satisface los siguientes axiomas; dado dos eventos A, B, V una proposición verdadera y F una proposición falsa y T un conjunto de proposiciones:

- a) $P(A) \geq 0, A \in T$
- b) $P(V) = 1, V \in T$
- c) Sí $A \cap B = F$ entonces $P(A) + P(B) = P(A \cup B), A, B, F \in T$

el contenido representacional de información contenida en las s_i : en el segundo caso, por supuesto que en esta gradación se da cabida a conjeturas que brindan un cierto nivel de creencia que puede ser falsa por la intervención de la incertidumbre y la interpretación de esta.

Con ello en mente, es que se expone una formulación distinta sobre cuál es el grado de conocimiento limitado existente entre las s_i dada la Φ y que sirve de fundamento para la formación de ΞR respecto de la elección entre múltiples s_i . Porque la creencia razonable y no falsa sobre las estrategias brinda el mejor panorama para la solución de interacciones estratégicas entre personas y no individuos teóricos.

Con base en la regla de Jeffrey se plantea que existe una probabilidad de conocimiento limitado $[K_L]$ de s_i dada la incertidumbre como $(s_i | \Phi)_{KL} \in [0,1]$, así, la regla es [esta regla se emplea en la inteligencia artificial (véase Russell y Norvig, 1996)]:

$$(s_i | \Phi)_{KL} = P_{KL}(s_i | \Phi) (m) + P_{KL}(s_i | \neg\Phi) (1-m)$$

Donde m es la nueva probabilidad de la Φ . A esta regla se le conoce como probabilidad Cinemática⁶. En el sentido, de que la Cinemática estudia el movimiento sin importar cuál sea el origen de este; en nuestro caso las transformaciones en el conocimiento limitado de las s_i dado su grado de Φ , sin importar el origen de la Φ ⁷.

El sentido en que esta regla es operativa, en nuestro caso, corresponde con los diferentes valores de m , si:

$$m = \begin{cases} 0 & \neg\exists\Phi \rightarrow \Xi R_{\text{no falsa}} = K \\ 0 < m < 1 & \exists\Phi \rightarrow \neg\Xi R_{\text{no falsa}} = K_L \end{cases}$$

⁶ Véase Jeffrey (1968).

⁷ La probabilidad Cinemática corresponde con $(\Theta, \mathbf{A}, \wp)$ un espacio de probabilidad, con $\Gamma = \{\Gamma_i\}$ una familia contable de pares de eventos disjuntos y $\wp(\Gamma_i) > 0$ para todo i . A es una medida de probabilidad q que corresponde con \wp como una probabilidad cinemática sobre Σ si existe una secuencia (λ_i) de números reales positivos que sumen 1, tal que:

$$q(A) = \sum_i \lambda_i \wp(A | \Gamma_i), \text{ para todo } A \in \mathbf{A}$$

$$1 \quad \max \Phi \rightarrow \neg \exists R_{\text{no falsa}} = \neg K_L$$

En cuyo caso es posible tener un K total de las s_i , un K_L o un total desconocimiento. Si el K es total entonces es fácil argumentar la existencia de certeza, si el K es limitado entonces es posible acercarse a este con base en la regla de Jeffrey, pero si este es un desconocimiento o falta total de certeza la única manera de aproximarse a la resolución de la selección e identificación de las s_i propias respecto del K nulo o $\neg K$ de las mismas del otro u otros jugadores es a través de una regla heurística.

IV.4 Regla heurística⁸

Ahora bien, cuando impera una situación en la cual, para elegir entre las s_i opcionales, la información corresponde con un caso en el que la incertidumbre es total, la persona responde con un seguimiento de una regla heurística. Esta consiste en según Newell, Shaw y Simon en que cuando un proceso afirma poder resolver un problema determinado, pero no ofrece ninguna garantía de ello, se dice que es la heurística de dicho problema (Russell y Norvig; 1996: 101).

De igual manera, no es posible saber en cuántos pasos se resolverá la situación y tampoco cuál será la calidad del resultado; es altamente probable que se obtenga un buen resultado, pero este no será el óptimo, es decir, no se garantiza encontrar la mejor respuesta, pero casi siempre se obtiene una buena solución. Esto se da porque para los problemas del mundo real, normalmente es adecuado introducir una heurística basada en un K relativamente desestructurado, como en el caso de aquellos tipos de creencias que no conducen a un K y donde a su vez es imposible definir este K de forma que pueda llevarse a cabo un análisis matemático de su efecto sobre el proceso de búsqueda (Rich y Knight; 1994: 45). Puesto que de hecho las personas al enfrentarse ante la posible resolución de problemas no actúan optimizando y si satisfaciendo, en grado tal que una vez satisfecha o registrada la solución abandonan o ya no continúan buscando múltiples soluciones alternativas.

⁸ La palabra heurística se deriva del verbo griego heuriskein cuyo significado es encontrar.

Asimismo, se consideran ciertas estrategias de resolución de problemas como la búsqueda avara, donde se procuran soluciones bastante rápido con un nivel de desempeño bueno y donde, no siempre la solución es la óptima. La búsqueda avara permite reducir al mínimo el costo de la meta, $h(n)$, con lo que también se reduce en forma considerable el costo de la búsqueda. Sin embargo, este tipo de búsqueda no es óptima ni tampoco completa. Por su parte, la búsqueda por costo uniforme, reduce al mínimo el costo de la ruta $g(n)$; es óptima y completa, pero puede ser muy ineficiente, empero, es posible hacer uso de una combinación de las dos estrategias lo que permite combinar sus ventajas al sumarlas, tal que:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

Donde, $f(n)$ = es el costo estimado de la solución más barata, pasando por el nodo n (Russell y Norvig; 1996: 104). Y donde, esta función heurística es una correspondencia entre las descripciones de estados del problema hacia alguna medida de deseabilidad normalmente representada en los reales.

Una importante consecuencia de los problemas relacionados con la generación de nuevas funciones heurísticas de solución corresponde con la imposibilidad una solución que sea evidentemente y sin lugar a dudas la mejor. Si para un problema determinado existe un conjunto de heurísticas aceptables, h_1, \dots, h_m y si ninguna de ellas domina a las otras, en donde no es posible ordenarlas a través de una relación de preferencia [\succ -estricta], entonces, no es necesario elegir, puesto que el mejor de los mundos posibles se obtiene al establecer que $h(n) = \text{satisfaciendo}(h_1(n), \dots, h_m(n))$, donde, en esta heurística que se establece de manera combinada se emplea aquella función que sea más precisa para el nodo n en cuestión.

Dentro de las posibles clases de problemas por resolver de manera heurística se encuentran los [Russell y Norvig, 1996]:

- A) Ignorables, en los que pueden ignorarse pasos dados.
- B) Recuperables, en el que pueden deshacerse pasos dados.
- C) No recuperables, en el que no pueden deshacerse pasos dados.

Aunado a que estos pueden ser de consecuencia cierta o incierta, en el primer caso el resultado de una acción se puede predecir perfectamente y en el segundo, la

planificación puede al menos servir para generar una secuencia de operadores que tiene una alta probabilidad de conducir a una solución, sin embargo, en estos últimos se ubican aquellos problemas sobre los que la probabilidad de solución es baja o que puede accederse a una alta probabilidad pero el proceso es muy costoso. De este conjunto de ideas se desprende que los problemas con mayor dificultad para encontrar una solución favorable son los No recuperables-consecuencia incierta, por ejemplo: “Ayudar a un abogado a decidir cómo defender a su cliente contra un cargo de asesinato. En este caso no se puede dar probablemente una lista de posibles consecuencias, y mucho menos dar sus probabilidades.” (Russell y Norvig, 1996). En este sentido, aun concibiendo la heurística para la solución de problemas que por vías matematizables no se les puede dar una solución apropiada, existe un caso en que la falta total de certeza o existencia total de incertidumbre lleva, cuando se presentan circunstancias de irrecuperabilidad-consecuencias inciertas, a problemas que no pueden ser del todo explicitados por medio de una planeación y sobre el que las probabilidades de solución de las alternativas es muy baja, cercana a cero, o no es posible determinarla, que es el cuarto caso de incertidumbre que hemos enunciado, y con ello, sólo la especulación y obtención de un valor veritativo de no falsedad por casualidad es lo que es posible esperar hasta no tener información que permita visualizar de mejor manera la problemática que se intenta resolver.

V. Incertidumbre, retroyecciones y proyecciones.

Es importante tomar en consideración que las bases por las cuales se estudia la existencia y con ello, la persistencia de la incertidumbre es la plausibilidad de hacer retroyecciones y proyecciones. Es decir, a partir de un presente identificar que tan no falsos pueden ser los datos obtenidos del pasado o si guardan relaciones históricas con el presente y qué tipo de relaciones se dan sí es que existen.

Esta circunstancia operativa puede corroborarse en cierto sentido con el contraste de otras fuentes históricas, empero, el papel de la incertidumbre tiene un matiz sobre qué tan confiables o no son las fuentes de información. Empero, la incertidumbre cobra otro sentido si es que se pretenden establecer estimaciones

que conduzcan a proyecciones, es decir, si se pretende conocer limitadamente el futuro.

De hecho, conocer limitadamente algo sobre lo que no se sabe nada ha llevado a los economistas a considerar supuestos, que en realidad son hipótesis *ad hoc*, para creer especulativamente que pueden fungir como generadores de futuros inciertos, estas hipótesis *ad hoc*, muchas de las veces son muy atrevidas, como que todas las personas son racionales y que para el futuro llegarán a seguir siendo igual, lo cual no da cabida a la incertidumbre, porque esta hipótesis es inconsistente con la realidad de las personas y sobretodo porque es determinista lo que sucedió en el pasado seguirá sucediendo en el futuro: en el siglo XVIII ¿acaso se pensó en el agotamiento de los recursos del planeta Tierra, como ahora se presenta el fenómeno, con restricciones a los recursos, que de por si eran escasos, y el cambio climático?.

El cambio climático es un claro ejemplo de qué conociendo el presente y el pasado [siglo XVIII y antes de este siglo], no se puede “racionalmente” proyectar que pasará en el futuro. Así que pronosticar el futuro es incierto. Un simple ejemplo actual ¿se predijo la existencia del COVID-19 y sus alcances para la humanidad? No. Por ende, el futuro es incierto.

VI. El juego y la incertidumbre.

La argumentación acerca de un juego con diversos grados de incertidumbre⁹ o en el que participan N jugadores: $\forall i \in N \exists E_i$ que está compuesto por el conjunto finito y no vacío de elecciones disponibles. De igual manera, se emplea el conjunto de Borel¹⁰ (Br) para la determinación de las elecciones disponibles a través de

⁹ Para una visión de la construcción de este juego véanse Gibbons (1992), Redondo (2000), Binmore (1996) y Sánchez (1993).

¹⁰ Para cualquier conjunto X se emplea Br(X) para denotar el conjunto Borel. Para definir un conjunto de Borel es necesario considerar lo siguiente:

Un álgebra de conjuntos es una colección S de subconjuntos dados de \check{S} tal que:

- a) $\check{S} \in S$
- b) si $X \in S$ y $Y \in S$ entonces $X \cup Y \in S$
- c) si $X \in S$ entonces $\check{S} - X \in S$

Nótese que S también es cerrada bajo la intersección

Así, una σ -álgebra está cerrada bajo las uniones contables (y las intersecciones) si

d) $X_n \in S$ para todo n, entonces $\bigcup_{n=0}^{\infty} X_n \in S$

estrategias mixtas como medida de probabilidad, en este sentido, la función de probabilidad dada por Br con base en E_i integran el conjunto de elecciones disponibles en estrategias mixtas del jugador i -ésimo $S_i = Br(E_i)$. Donde, para cada S_i se toma en consideración el grado de incertidumbre de esta de acuerdo con $(S_i|\Phi)_{KL}$ adaptado de la regla de Jeffrey, dando como resultado el conjunto de estrategias mixtas para el jugador i -ésimo $S = \prod_{i \in N} (S_i|\Phi)_{KL}$ y para el resto de los jugadores $S_{-i} = \prod_{j \neq i} (S_j|\Phi)_{KL}$, $j \in N$. Lo cual, permite establecer que cada estrategia $s \in S$ representa una distribución de probabilidad sobre el conjunto de estrategias puras $E = \prod_{i \in N} (E_i|\Phi)_{KL}$. Donde el conocimiento limitado K_L es fundamental para los N jugadores, pues implica necesariamente incertidumbre en su proceso de adquisición de conocimiento y, por ende, no total y completo de hoy y para siempre.

Una vez establecidas las estrategias mixtas, para la consecución del juego, es necesario adicionar la relación de retribuciones que evalúan los jugadores y como son parte de la evaluación de los jugadores implican cierto grado de subjetividad, en este sentido, se considera que las alternativas de pagos pueden percibirse o reconocerse en un mismo sentido simbólico de representación mental por todos y cada uno de los jugadores y, por ende, son conocidas de manera limitada por ellos. Para cada $i \in N$, estas se expresan como las t diferentes relaciones de utilidad $\Omega_1, \dots, \Omega_t$, dadas por las creencias prevalecientes: tanto naturales como culturales, y donde tal creencia sobre el saber $(\Xi\Psi)$ es compartido por el conjunto de jugadores que participan en el juego. Es decir, todos $\Xi\Psi$ cuales son las alternativas para cada jugador y cada uno de los jugadores tiene diferentes utilidades dependiendo de cómo combinan sus alternativas, debido a que $(S_i|\Phi)_{KL}$. Recordemos que creen saber pero tienen la certeza de saber.

Con ello, es plausible estructurar un juego de forma normal; $G = [(E|\Phi)_{KL}, (\Omega_1, \dots, \Omega_t)]_{i=1}^n$. Donde, el equilibrio para este tipo de juego debe satisfacer

Para cualquier colección Θ de subconjuntos de \check{S} existe la más pequeña álgebra (σ -álgebra) de S tal que $S \supset \Theta$; llamada la intersección de todas las álgebras (σ -álgebras) de S de un subconjunto de \check{S} para el cual $\Theta \subset S$.

Por ende, un conjunto de los reales B es un conjunto de Borel si este pertenece a la más pequeña (σ -álgebra) Γ_i de conjuntos de los reales que es contenida por todos los conjuntos abiertos.

dos condiciones; i) $(\Omega^*_1, \dots, \Omega^*_i, \dots, \Omega^*_t)$ tiene que ser eficiente en el sentido de Pareto y ii) la $\max_{i \in N} (\Omega^*_1, \dots, \Omega_i, \dots, \Omega^*_t)$ tiene que ser de acuerdo con E_{-i} y $\forall E_i \in E$.

Asimismo, $\Omega_i^i = \Psi \rightarrow \mathbb{R}$. Se establece, que los jugadores tienen la intención de hacer lo mejor posible para encontrar un resultado que les satisfaga, es decir, no buscan maximizar, pues su resultado es una heurística bajo incertidumbre en cualquier contexto, donde se puede elegir vía preferencias, pero no se sostiene el axioma de transitividad. Así, la elección depende de la evaluación subjetiva que hace cada jugador respecto de la importancia relativa de su constitución de conjunto informacional de cada alternativa de elección y tomando en consideración su contenido de Φ .

Las alternativas de satisfacción se obtienen a través de una combinación de la relación de pagos $C = [(\lambda_1, \dots, \lambda_m) : (S|\Phi)_{KL} \lambda_j = 1] \subset [0, 1]$, donde C corresponde con el conjunto de todas las posibles combinaciones, cumpliéndose que estas son elegidas por una naturaleza que participa del juego y donde, esta circunstancia para el jugador i -ésimo se denota por C_i . Con base en ello, es plausible definir un juego bajo diferentes grados de incertidumbre de forma normal, como: $G_{\Xi} = [(E|\Phi)_{KL}, \Omega_{\Xi}^i]_{i=1}^n$, con el conjunto de estrategias similar al planteado con antelación empero, $\Omega_{\Xi}^i: (S|\Phi)_{KL} \times C_i \rightarrow \mathbb{R}$.

Por ende, las retribuciones de los jugadores dependen de las Ξ que estos tiene de cómo jugarán los otros jugadores. Ello conduce a que los jugadores se formen conjeturas, por introspección, acerca de que es lo que intuyen acerca de si mismos. Estas intuiciones, acompañadas de sentimientos, conllevan a considerar retribuciones adicionales en un contexto de creencias razonables [o con base en emociones, valoraciones axiológicas y empatía], que conduce a plantear un nuevo tipo de juego: las retribuciones en este dependen de forma endógena de la elección de estrategias y de la presencia de la Φ .

En la búsqueda de la enunciación del equilibrio de Nash, se plantea que cada jugador se forma $\Xi \mathbb{R}$ acerca de cómo es que los otros jugadores definen, con base en una plausible conducta manifiesta, el seguimiento y participación a través de la elección de sus estrategias, el juego y en concreto de cómo creen razonablemente que es la relación de satisfacción de los otros jugadores. Para adentrarnos en este

comportamiento se recurre a la ya establecida idea de Estados Epistémicos [EE]; donde para el juego se recurre a la propia construcción definicional de dichos EE.

La formación de los EE comprende la explicitación de dos circunstancias; en el primer caso, es necesario la identificación de $J\Xi$ y $L\Xi$, elementos que se asocian con ΞR , en donde se hace necesario establecer la existencia de una estructura jerárquica de la $L\Xi$, la cual no debe ser contradictoria tanto para el jugador i -ésimo como para los EE de los otros jugadores, en el segundo caso, se requiere enunciar que sea de K común $L\Xi$ tanto para el jugador i -ésimo como para los otros participantes del juego, es decir, $\forall i \in N, K_i(EE_i), K_{-i}(EE_{-i})$ y $K_i(EE_{-i}), K_{-i}(EE_i)$ y que los EE de todos los jugadores sean $L\Xi$, al menos en sus Estados de ΞR ; -se reconoce la posibilidad de que entre $E\Xi$ existan contradicciones no conscientes que mantiene el jugador y que se asemejan al comportamiento contradictorio de las personas que viven en el mundo de la vida.

Así, la edificación del grado de orden jerárquico en las ΞR , corresponde con el hecho de que el primer orden de ΞR es una medida de probabilidad sobre las retribuciones de los otros jugadores, donde, el i -ésimo jugador se forma una ΞR sobre cómo es que considera que los otros jugadores observan el estado del mundo a través de sus creencias, deseos e intenciones, lo cual, permite indicar la manifestación de las ΞR del i -ésimo jugador con base en la intervención de la naturaleza respecto del resto de los otros jugadores $\Xi^i_1 = Br(\prod_{j \neq i} C_j) = Br(C_{-i})$, donde Ξ^i_1 y C_{-i} son espacios métricos separables.

Asimismo, los jugadores manifiestan ΞR acerca de ΞR , condición que permea tomar en cuenta la existencia de un segundo orden de ΞR , donde $\Xi R^i_2 = Br(C_{-i} \times \Xi R^{-i}_1)$, a partir del primer y segundo orden de ΞR es menester enunciar la existencia de un mayor grado de orden de las ΞR , en particular que este orden jerárquico se cumpla para $g \geq 1$, esto es que $\Xi R^i_{g+1} = Br(C_{-i} \times \Xi R^{-i}_1 \times \dots \times \Xi R^{-i}_g)$, con $\Xi R_i = \prod_{g=1}^{\infty} \Xi R^i_g$, y necesariamente que $\Xi R^{-i}_{g+1} = \prod_{j \neq i} \Xi R_{g+1}$ donde $\Xi R_{g+1} = \prod_{i \in N} \Xi R_g$.

Sin embargo, este tipo de conjunto con lleva a la existencia de $L\Xi$ pero genera dificultades en cuanto a la determinación de $J\Xi$, pues se argumenta que existen ΞR fundamentales que cumplen con $J\Xi$ y son la base de todo proceso cognoscitivo en

la ampliación del K_L y de las ΞR del jugador, así, como forma de dar cabida a la interpretación sobre $L\Xi$ en cuanto a la existencia de $J\Xi$ es necesario que la probabilidad de un evento evaluado en el orden g de ΞR y el evaluado en el orden $g+1$ de ΞR coincidan, lo cual se identifica con la $L\Xi$ y existencia de ΞR fundamentales, en este caso se establece la existencia de dicha igualdad como herramienta auxiliar en la estructura del juego. Claro es que con el establecimiento de creencias fundamentales se impone un límite a la retroyección de las creencias razonables porque siempre habrá una creencia última que sustente la existencia de toda una cadena de creencias razonables desprendidas de esta.

La segunda categoría, que se mencionó como necesaria para la edificación de los EE es la preferencia de un mecanismo de elección que permita el mantenimiento de $L\Xi$ en por lo menos los $E\Xi$ y la noción de existencia de K_L , lo que es atribuible a \mathfrak{R} -estricta.

Por lo anterior, se establece que los jugadores no consideran la existencia de ΞR contradictorias conscientemente en al menos sus $E\Xi$ y todos los jugadores $\Xi\Psi$ que todos los jugadores $\Xi\Psi$ que todos eligen bajo ΞR . En este sentido, para el jugador i -ésimo los límites corresponden con un conjunto de $L\Xi$ y existencia de Ξ fundamentales en los $E\Xi \subset EE$ del j -ésimo agente que el agente i considera posibles. Así, es plausible enunciar un conjunto de $L\Xi$ y $J\Xi$ colectivas ($\Xi RCol$) para $j \in \mathbb{N}$ y $g \geq 1$, $T^j_g = \prod_{h=1}^k \Xi R^j_h$, con $\alpha = 0, 1, \dots$, tal que, $Y^j_g(\alpha) = \Xi R^j_i(\alpha) \rightarrow \Xi R^j_g$ y $Y^j_g(\alpha) = \prod_{j \neq i} Y^j_g(\alpha) \subset \prod_{h=1}^k \Xi R^j_h$, en consecuencia la $L\Xi$ y existencia de Ξ fundamentales corresponde con:

$\Xi R^j_i(\alpha+1) = \{ \Xi R_i \in \Xi R^j_i(\alpha) : \forall g \geq 1, \Xi R^j_{g+1}(\Xi R^j_i \times Y^j_g(\alpha)) = 1 \}$, así $\Xi RCol \forall i \in \mathbb{N}$ se define como $\Xi RCol_i = \bigcap_{\alpha > 0} \Xi R^j_i(\alpha)$. Es necesario tomar en consideración que la manera en que las creencias razonables individuales se pueden transformar en colectivas es que los otros crean razonablemente lo mismo que yo, sin que necesariamente creamos por completo unos iguales a otros y con la misma intensidad [claramente la diferencia entre humanés, es las diferentes intensidades y diferencias de pensamiento tomando en cuenta las emociones, las valoraciones aiológicas y la empatía].

Esto da como resultado que en el equilibrio los jugadores cuenten con $L\Xi$, $J\Xi$ y existan Ξ fundamentales tanto individual como colectivamente como parte de su conocimiento del mundo o EE y que al participar del juego ofrezcan su mejor respuesta creencial razonable ante la mejor respuesta creencial razonable de los otros jugadores, esto es que $\Xi RCol = \prod_{i \in N} \Xi RCol_i$, con $\Xi R = \Xi R_1, \dots, \Xi R_n$. Parte significativa para la enunciación del equilibrio tiene que ver con la circunstancia de que la percepción y por ende, la visión subjetiva de cada jugador respecto del juego, que sea consistente aunque no igual con la percepción que los otros jugadores tiene del juego, es decir, $\beta(\Xi R) = (\beta_1(\Xi R), \beta_2(\Xi R), \dots, \beta_n(\Xi R)) \in \Xi RCol$ y con ello, sea parte de la $L\Xi$ y $J\Xi$ y existencia de Ξ fundamentales.

Es así, como es plausible la preferencia de la existencia de un equilibrio de Nash para un juego creencial a través de una dupla de creencia y estrategia mixta con incertidumbre óptimas:

$$[\Xi R^*, (s^*|\Phi)_K] \in \Xi RCol \times (S|\Phi)_K: \Xi R^*(\beta(\Xi R)) \text{ y } \forall i \in N, (s_i|\Phi)_{KL} \in (S_i|\Phi)_{KL},$$

$$\Omega^*_{\Xi R}[(s_i^*|\Phi)_{KL}, (s_{-i}^*|\Phi)_{KL}] \geq \Omega^*_{\Xi R}[(s_i|\Phi)_{KL}, (s_{-i}|\Phi)_{KL}]$$

pero que se obtiene por la satisfacción de la realización de

$$h(n) = Z(h_1(n), \dots, h_m(n)) \dots Z = \text{satisfaciendo.}$$

Así, por parte de cada jugador y dependiendo del grado de incertidumbre, así será el grado de Z de las heurísticas aceptables.

Con ello, es posible enunciar el equilibrio de Nash para $L\Xi$ y $J\Xi$ que corresponden necesariamente con una noción de ΞR , en este sentido, mientras sea posible ordenar las ΞR en por lo menos los EE , aun manteniendo cierto grado de contradicciones en los EE sobre las que el jugador o jugadores tengan o no consciencia, será posible minimizar el riesgo de error.

VII. Conclusiones.

Las reflexiones finales son las siguientes: La primera corresponde con la crítica a la microeconomía ortodoxa a través de la problemática que presenta cuando pasa del individuo teórico a una simple interacción entre dos individuos, puesto que esa circunstancia implica una relación mínima necesaria para hablar de que la microeconomía ortodoxa no es capaz de establecer explicaciones sociales en el

contexto de una ciencia social como la economía. Es decir, la microeconomía ortodoxa no es social y ni siquiera una explicación colectiva, porque sus preceptos de deseos no concuerdan con la acción de maximizar y la racionalidad.

Esto lleva a rechazar este mecanismo de elección [racional maximizador], para abordar cuestiones que tienen que ver con la creencia razonable no falsa que implica personas con emociones, valoraciones axiológicas y empatía, aunado a introyectar la evolución positiva o negativa de la ciencia y la técnica del momento.

La tercera reflexión tiene que ver con la estructura de modelos que pudiesen ser deterministas que excluyen necesariamente la incertidumbre y modelos indeterministas que contemplan los diferentes grados de incertidumbre, desde nula incertidumbre o certeza [que se refiere a un modelo determinista] hasta la existencia de total incertidumbre. Los deterministas son del tipo Newton-Laplace y los segundos son del tipo caos determinista hasta caos en el sentido de los antiguos griegos donde se contempla la inestabilidad del sistema.

La cuarta reflexión corresponde con el instrumental que permite estudiar la incertidumbre desde la probabilidad, la inteligencia artificial y la heurística. En este caso la probabilidad brinda el teorema de Bayes, la inteligencia artificial: la regla de Jeffrey, y la heurística soluciones a situaciones con alta incertidumbre. Este enfoque dista mucho de parecerse al típico uso de subasta en la economía ortodoxa.

La quinta reflexión es sobre la pertinencia o no de encontrar la verdad en las retroyecciones y proyecciones que se hacen para conocer limitadamente el pasado o el futuro: el futuro es incierto. Y de qué sirve predecir a tiempo, en 1970-1980 el agotamiento de los recursos escasos y el cambio climático, si no se aplican las medidas necesarias para prevenirlo o aplazarlo mucho más.

VIII. Bibliografía citada.

Binmore, Ken (1996). *Teoría de Juegos*, Madrid, España: Mc Graw Hill.

Caloca, Oscar (2012). Desde el individuo racional al individuo bajo creencia, un mecanismo de elección. *Revista Economía Teoría y Práctica*, México, UAM-Iztapalapa. No. 37. ISSN: 0188-8250.

- , Cristian Leriche y Víctor Sosa (2014). "Más allá de los límites de la elección racional I: la formación de la acción". *Revista Tiempo Económico*. No. 26. ISSN: 1870-1434.
- (2015). "Más allá de los límites de la elección racional II: perspectivas en ciencia cognitiva". *Revista Tiempo Económico*. No. 27. ISSN: 1870-1434.
- (2016). "Crítica de la Economía Ortodoxa desde una Visión Culturalista, la Economía Solidaria". En: M. Reyes, J. Linares y M. V. Ferruzca (Ed.): *Economía y Cultura: críticas, emprendimientos y solidaridades*. México: Economía y Cultura Ciudad de México y UAM-Azcapotzalco.
- Gibbons, Robert (1992). *Un Primer Curso de Teoría de Juegos*, Barcelona, España: Antoni Bosch.
- Hacking, I. (1990). *La domesticación del azar. La erosión del determinismo y el nacimiento de las ciencias del caos*, Sevilla: Gedisa.
- Jeffrey, Richard (1968) "Probable Knowledge", in: Lakatos (ed.) *The Problem of Inductive Logic*, North-Holland, Amsterdam.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (2001): *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. USA: Cambridge University Press.
- Mosterín, Jesús (1994). *Filosofía de la cultura*, Madrid: Alianza.
- (1978). *Racionalidad y acción humana*, Madrid: Alianza.
- Rich y Knight (1994). Rich, E. y K. Knight (1994). *Artificial Intelligence*, USA: McGraw Hill.
- Russell, S. y Norvig, P. (1996). *Inteligencia Artificial*. México: Prentice Hall.
- Sametband, Moisés (1999). *Entre el orden y el caos: la complejidad*, México: FCE.
- Sánchez, Francisco (1993). *Introducción a la Matemática de los Juegos*, México: Siglo XXI y Universidad de Guadalajara.
- Sametband (1999).
- Vega, Fernando (2000). *Economía y Juegos*, Barcelona: Antoni Bosch.
- Wang, H. (1998). *Order Effects in Human Belief Revision*. USA: Ohio University.

Referencias complementarias.

- Arrow, K. (1994). *Elección social y valores individuales*. Buenos Aires: Planeta-Agostini.
- Bochman, Alexander (2001). *A logical Theory of Nonmonotonic Inference and Belief Change*, Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Crespo, Antonio (2002). *Cognición Humana*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.
- Gärdenfors, P. (Ed.) (1992). *Belief Revision*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Gintis, Herbert (2000). *Game Theory Evolving*, New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Kahneman, Daniel (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona: DEBATE.