

## IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE CADENA DE SUMINISTRO EN CIRCUNSTANCIAS DE COVID ANALIZADOS VÍA EQUILIBRIO DE NASH CON GAMBIT

Adolfo Marín Díaz

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez,  
ORCID: 0000-0001-5554-6957, [adolfofomarindiaz12@outlook.com](mailto:adolfofomarindiaz12@outlook.com).

Ricardo Ramírez Echevarría

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez,  
ORCID: 0000-0002-7567-1242, [ricardoramirezchevarria@gmail.com](mailto:ricardoramirezchevarria@gmail.com).

Luis Asunción Pérez Domínguez

Profesor-Investigador, Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad  
Autónoma de Ciudad Juárez, ORCID: 0000-0003-2541-4595, [luis.dominguez@uacj.mx](mailto:luis.dominguez@uacj.mx).

David Luviano Cruz

Profesor Investigador, Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad  
Autónoma de Ciudad Juárez, ORCID: 0000-0002-4778-8873, [david.luviano@uacj.mx](mailto:david.luviano@uacj.mx).

**Comentado [21]:** Debajo del nombre, resumen de cada autor (máximo 3 líneas a espacio sencillo), que incluya: último título académico alcanzado, institución en la que trabaja o hace investigaciones, ORCID, correo electrónico, alineación justificada.

### Resumen

El propósito de este documento es implementar un modelo de competencia centrado en las cadenas de suministro. De este modo, se plantea analizar los datos de dos compañías, el problema describe los mismos objetivos de mercado, una de estas compañías presenta problemáticas que dificultan su competencia respecto a la otra debido a diferentes escenarios causados por la COVID 19. En este sentido, para llevar a cabo la solución del problema planteado se aplicará un modelo ya existente de los escenarios mencionados anteriormente. De igual manera se utilizará el software “Gambit”, para determinar las soluciones con base de “Teoría de juegos”. Así mismo, debido a la naturaleza del programa “Gambit” se tendrán en cuenta ciertas modificaciones y adaptaciones que se requieran para resolver un problema en la cadena de suministro y analizar el caso numérico usando el método del “Equilibrio de NASH” y reflexionar la importancia de este tipo de análisis y estrategias en un entorno sumamente competitivo como es la industria manufacturera.

**Palabras clave:** Cadena de suministro, Equilibrio de Nash, Teoría de juegos, Estrategias.

## IMPLEMENTATION OF SUPPLY CHAIN MODELS IN COVID CIRCUMSTANCES ANALYZED THROUGH NASH EQUILIBRIUM WITH GAMBIT

## Abstract

The purpose of this document is to implement a competition model focused in supply chain. This way, it is proposed to analyze the data of two companies, this problem describes the same market objectives, one of these companies presents problematics that hinder their competence in regards of the other one due to different scenarios caused by COVID 19. In this sense, to carry out the solution of this problem posed an already established model of the previous mentioned scenarios shall be applied. Likewise the Gambit software shall be utilized to determine the solutions based on “Game theory”. In the same way, due to the nature of the “Gambit” program certain modifications and adaptations that may be required to solve the problem in the supply chain will be taken into consideration and analyze the numerical case using an “Nash Equilibrium” method and reflect the importance of this kind of analysis and strategies in a highly competitive environment such as manufacturing industry.

**Keywords:** Supply chain, Nash equilibrium, Game theory, Strategies

**Este capítulo es resultado de un proyecto de investigación terminado.**

## Introducción

En el día a día de la industria moderna, un problema recurrente es el manejo adecuado de una cadena de suministros; Esta problemática abarca desde proveedores, estaciones productivas, transporte, almacenamiento externo, distribuidores y mercados objetivos, por lo que consideramos pertinente visualizar estos inconvenientes a una problemática de los recientes años de la crisis sanitaria a nivel mundial propiciada por el COVID 19. Las cadenas de suministro de productos varios se han interrumpido por razones que incluyen la reducción de la disponibilidad de la mano de obra debido a enfermedad y muerte de trabajadores, junto con el miedo de los trabajadores a contraer la enfermedad (Burki, 2020). El impacto negativo de esta crisis económica y sanitaria mundial ha afectado a los diferentes niveles de las cadenas de suministros y las actividades económicas asociadas a la red de producción, transporte, almacenamiento y distribución (Nagurney, 2021) los efectos de estas condiciones se han hecho notar entre empresas de todo tamaño (pequeña, medianas o grandes). Se podría pensar que las Pymes no serían tan afectadas por estas condiciones ya que como lo menciona Castro y Rojo (2020) estas son unidades de producción que se adaptan fácilmente a los cambios repentinos, tienen una estructura de costos muy flexible, pero no quedan exentas de la magnitud de estos cambios.

De acuerdo con Briceño y Bernal (2010) afirman que una organización logra ser competitiva en la medida en que posea conocimientos del entorno externo (competencia, mercado y tendencias), así como del interno (relacionados con procesos técnicos) que le permitan ser

**Comentado [CM2]:** No se encuentra en la lista de referencias

**Comentado [CM3R2]:** Ya fue agregada en la lista

flexible para hacer cambios rápidos e innovadores, y esto solo se lo da una buena gestión del conocimiento. Esta competencia afecta en gran medida los planes de estas organizaciones, ya que deben optar por diversas estrategias de operación con apoyo en la elección de proveedores, distribuidores y mercados de interés.

Un correcto uso del Equilibrio de Nash puede solventar la problemática del manejo de una cadena de suministros bajo condiciones particulares de desventaja, tal y como lo es una mal función en una etapa de la misma cadena debido a las complicaciones del COVID-19.

El objetivo de este trabajo consiste en el análisis de utilidad y representación gráfica del uso de la "Teoría de juegos" en el manejo de la cadena de suministros y los efectos que tiene en el rendimiento entre empresas, así como la realización de una comparación con el software GAMBIT.

## Fundamentación teórica

### Cadena De Suministros

Para Ganeshan y Harrison (1995) la Cadena de Suministro, conocida en inglés como "supply chain", es una cadena de proveedores, fábricas, almacenes, centros de distribución y detallistas a través de los cuales se adquieren las materias primas, se transforman y se envían al cliente. El propósito de la cadena de suministros para Roldan (2017) es satisfacer las necesidades del cliente final de la mejor manera posible.

### Teoría de Juegos

Para Anzil (2021) el principal objetivo de la teoría de los juegos es determinar los papeles de conducta racional en situaciones de "juego" en las que los resultados son condicionales a las acciones de jugadores interdependientes.

### Juego

Pindyck y Rubinfeld en su libro *Microeconomica* (2010) definen un juego como:

“Una situación en la que los jugadores (los participantes) toman decisiones estratégicas, es decir, decisiones que tienen en cuenta las acciones y las respuestas de las demás. Entre los ejemplos de juegos se encuentran las empresas que compiten

**Comentado [CM4]:** Cambiar este titulo por fundamentación teórica

**Comentado [CM5R4]:** Titulo cambiado

**Comentado [CM6]:** Revisar el año de esta referencia

**Comentado [CM7R6]:** Revision realizada y corregida

**Comentado [18]:** Pagina de donde se extrajo esta cita

**Comentado [CM9R8]:** Agregada en la lista de referencia

entre sí fijando los precios o un grupo de consumidores que pujan en una subasta por una obra de arte.”

### ***Equilibrio de NASH***

La contribución de Nash en su artículo de 1951 "Non-Cooperative Games" fue definir un equilibrio de Nash de estrategia mixta para cualquier juego con un conjunto finito de acciones y demostrar que al menos un equilibrio de Nash (de estrategia mixta) debe existir en tal juego. La clave de la capacidad de Nash para demostrar la existencia de manera mucho más general radica en su definición de equilibrio. Según Nash, "un punto de equilibrio es una n-tupla tal que la estrategia mixta de cada jugador maximiza su beneficio si las estrategias de los demás se mantienen fijas. Por lo tanto, la estrategia de cada jugador es óptima frente a las de los demás".

### ***Estrategia***

Según Caneda (2010), la estrategia es la orientación en el actuar futuro, el establecimiento de un fin, en un plazo estimado como aceptable hacia el cual orientar el rumbo empresarial. Por su parte, Morrisey (1993) define la estrategia como la dirección en la que una empresa necesita avanzar para cumplir con su misión.

Comentado [CM10]: Normas APA 7 ed

Comentado [CM11R10]: Corregido

### ***Minimax***

El Minimax, es un método que apunta a minimizar la pérdida esperada. Para ello, el jugador asume que le desfavorecerá la decisión tomada por su contrincante. Es decir, se espera el peor escenario ante el movimiento del adversario. En este punto, debemos recordar además que la teoría de juegos es una rama de las matemáticas y de la economía que estudia la elección que optimiza la situación de un individuo cuando los costes y los beneficios no están fijados de antemano, sino que dependen de las decisiones de otros (Westreicher, 2021).

### ***Gambit***

Según McKelvey, McLennan, & Turocy (2016) Gambit es:

Gambit es un conjunto de herramientas de software para realizar cálculos en juegos finitos no cooperativos. Comprende una interfaz gráfica para construir y analizar interactivamente juegos generales en forma extensiva o estratégica; una serie de herramientas de línea de comandos para calcular los equilibrios de Nash y otros

conceptos de solución en los juegos; y un conjunto de formatos de archivo para almacenar y comunicar los juegos a herramientas externas.

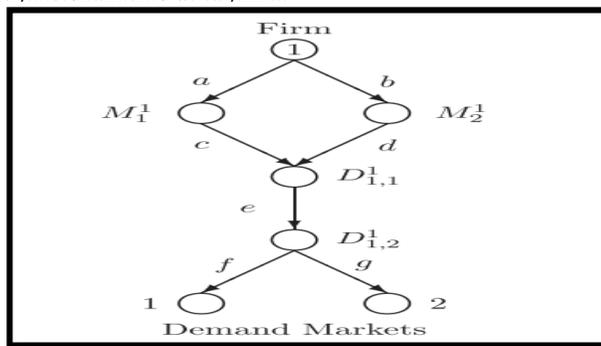
## Metodología

La investigación en curso es de tipo descriptiva con un enfoque metodológico de tipo cuantitativo por lo que para este estudio se llevó a cabo con sede a los escenarios planteados por Nagurney (2021) en su artículo “*Supply chain game theory network modeling under labor constraints: Applications to the Covid-19 pandemic.*”

En este caso se considerará a dos compañías operando en un periodo de tiempo simultáneo, ambas firmas contarán con una estructura similar, que será llamada estructura básica, que consiste en una firma (ver figura 1), esta firma cuenta con dos plantas productoras (o locaciones productoras), acceso a un solo almacén, un centro de distribución y a su vez el producto que distribuyen es enviado a dos mercados de demanda. Plasmado a continuación:

**Figura 1**

Esquema de funcionamiento de la firma.



Nota. Firm 1” representa la firma. Las letras de la “a” hasta la “g” representan las rutas. “M 1 1”y “M 1 2” representan las centrales manufactureras. “D 1 1, 1” representa el almacén. “D 1 1, 2” representa la distribuidora. “Demand Markets” representa los mercados de demanda por los que opta la firma.

Fuente: Anna Nagurney (2021) paginas 880-889

**Comentado [CM12]:** Cita textual aplicar normas APA 7 ed. Los autores no se encuentran en la lista de referencias

**Comentado [CM13R12]:** Modificado al formato APA y agregado en la lista de referencias

**Comentado [CM14]:** Falta esta Sección Aquí deben indicar el tipo de investigación, el diseño de investigación, ya tiene el instrumento o la herramienta que aplicaron para obtener los resultados, la describen y la explican

**Comentado [CM15R14]:** Título cambiado al pedido e información faltante agregada, de ser necesario retroalimentar para modificación.

**Comentado [CM16]:** página de donde fue extraída esta cita

**Comentado [CM17R16]:** Cita eliminada

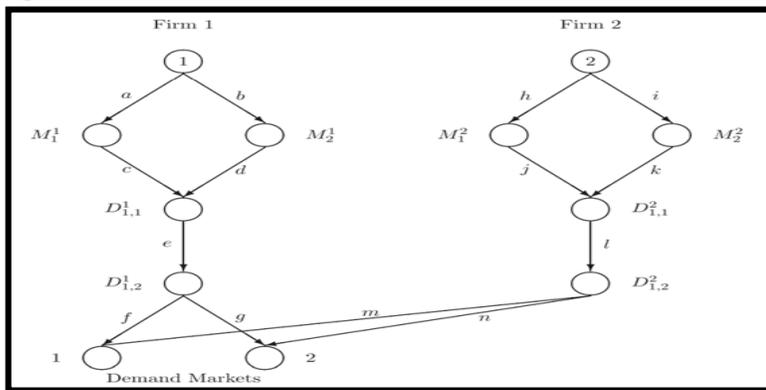
**Comentado [CM18]:** Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

**Comentado [CM19R18]:** Fuente añadida

A esta estructura básica se le añadirá un competidor, que este vendría a ser otra compañía (ver figura 2), esta compañía produce el mismo producto, tiene un área general de influencia similar y una estructura exacta, contando con dos locaciones productoras, acceso a un solo almacén, a un centro de distribución y provee a los mismos dos mercados que la primera compañía. Como se presenta en la siguiente imagen:

**Figura 2**

*Esquema de funcionamiento de las firmas.*



Nota. “Firm 1” Y “Firm 2” representan las firmas 1 y 2. Las letras de la “a” hasta la “g” representan las rutas. “M 1 1”, “M 1 2”, “M 2 1” y “M 2 2” representan las centrales manufactureras “D 1 1 ,1” y “D 2 1 ,1” representan el almacén. “D 1 1 ,2” y “D 2 1 ,2” representan la distribuidora. “Demand Markets” representa los mercados de demanda por los que opta la firma.

**Fuente:** Anna Nagurney (2021) paginas 880-889

Debido a las problemáticas causadas por el COVID-19, los trabajadores de las locaciones productoras terminan enfermándose y su disponibilidad de trabajar manufacturando es mermada considerablemente, afectando en la productividad y aumentando los costos de producción, este escenario será con el que se trabajará para el estudio.

Debido a la manera de operar del software Gambit, se planteará este escenario a través de un juego dinámico extenso, en el que los dos jugadores (las compañías) ejecutarán sus acciones en sucesión (ej. Primero actúa la compañía uno, tras esta acción opera la compañía dos) en tiempo real estas sucesiones son en fracciones de tiempo diversas, y pueden ser incluso desconocidas entre

**Comentado [CM20]:** Esto parece un pie de página

**Comentado [CM21R20]:** Eliminado en favor de colocar la fuente al formato establecido

**Comentado [CM22]:** Hacer llamado a ver esta figura, como el ejemplo de la figura 1

**Comentado [CM23R22]:** Llamado agregado

**Comentado [CM24]:** Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

**Comentado [CM25R24]:** Fuente añadida

**Comentado [CM26]:** Esto parece un pie de página

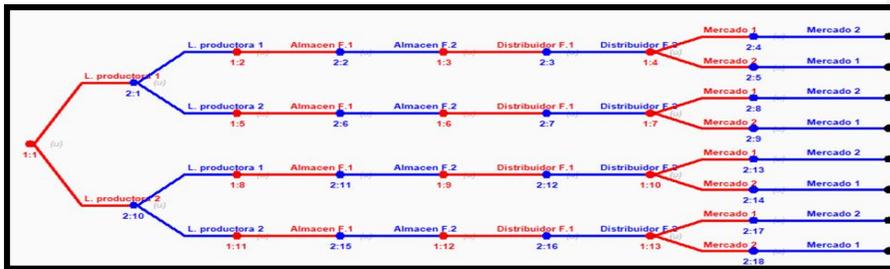
**Comentado [CM27R26]:** Eliminado en favor de agregar la fuente al formato solicitado

competidores, pero en este caso, no se planea visualizar las estrategias de competencia a detalle si no enfocarnos en el impacto que presentara una compañía respecto a la otra, por lo que las penalizaciones por optar por determina elección, antes que la otra compañía serán mínimas y solo se reflejaran al momento de presentar la problemática en el sector manufacturero de la empresa que afronte estas problemáticas (ver figura 3).

La estructura del juego planteado en Gambit termina siendo representada por este diagrama de árbol:

**Figura 3**

Diagrama de árbol del proceso en Gambit.



Fuente: Elaboracion propia (2021)

Este diagrama sigue la estructura de la figura 2, sustentado a un juego dinámico extenso, la primera compañía, que para este caso se ha asignado como la empresa que llevará a cabo sus operaciones sin contramedidas y la segunda compañía tendrá una desventaja en sus apartados de producción. Tomando el funcionamiento de un juego dinámico en Gambit, contamos que la primera compañía elegirá su elección de locación productora antes que la compañía dos, esta tomara esta misma decisión respecto a sus alternativas en sucesión, después cada una selecciona su distribuidor, en el mismo orden que se señaló para la primera elección, para terminar con elección del mercado que planea satisfacer, si bien ambas podrían competir en diversos sectores del mercado a la vez, para ejemplificar de mejor manera, se separara al mercado en dos partes, considerando que ambas compañías suplen la misma demanda colectivamente.

**Comentado [CM28]:** Hacer llamado a ver esta figura

**Comentado [CM29R28]:** Llamado agregado

**Comentado [CM30]:** Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

**Comentado [CM31R30]:** Fuente añadida

Al revisar el método propuesto por Nagurney (2021) de manera numérica encontramos como variable de interés, la rentabilidad obtenida en los escenarios dados y los precios que tenga la empresa para cada mercado (estos valores están fundamentados al algoritmo desarrollado por el autor para su caso de estudio), realizando una sumatoria entre los mismos para los objetivos del trabajo.

Para este ejemplo en Gambit, la rentabilidad se reflejara en términos de porcentajes (ver tabla 1), se denominara la ganancia máxima como un valor de cien en términos de resultados en el juego extenso, para este caso el valor de 1684.47 de ganancia para el escenario planteado en que ambas empresas compiten en igualdad de condiciones y a ese valor se le sumara los precios de los productos que tenga la compañía para cada mercado, este razonamiento se expresa de mejor manera en la siguiente tabla, donde los datos completos son representativos en el escenario 2 ya que es el que representa el punto de interés para este trabajo.

**Tabla 1**

*Comparación de Rentabilidad de los escenarios*

Escenario planteado	Ganancia total de la empresa y porcentaje de ganancia con base a la ganancia máxima posible	Precio de venta de los productos en cada mercado.	Sumatoria de ganancias y precio de venta de los productos	Valor unitario que reflejara el escenario en Gambit
F. 1 y F. 2 compitiendo en igualdad de condiciones.	F. 1 =1684.47 (100%) F. 2 =1680.61 (99.76%)			
F.1 compitiendo con normalidad mientras que F. 2 opera con problemáticas de operación.	F. 1 =1671.80 (99.20%) F. 2 =1145.06 (67.97%)	F.1: Mercado 1 = 5.97 Mercado 2 = 7.91 F.2: Mercado 1 = 6.94 Mercado 2 = 6.96	F.1: 99.20+5.97 99.20+7.91 F.2 67.97+6.94 67.97+6.96	F. 1: 105.17 107.11 F. 2: 74.91 74.93

Nota. "F.1" representa la firma/empresa 1 y "F.2" representa la firma/empresa 2.

**Fuente:** Elaboracion propia (2021)

Con estas valoraciones llegamos al siguiente grafico de árbol (ver figura 4) para expresar en totalidad la competición entre estas compañías respecto al escenario presentado.

**Comentado [CM32]:** Hacer llamado a ver esta figura

**Comentado [CM33]:** Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

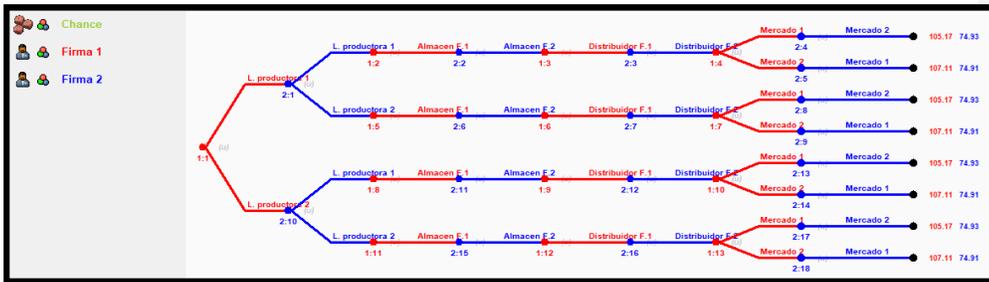
**Comentado [CM34R33]:** Fuente añadida

Figura 4

Diagrama de árbol con ganancias finales en Gambit

Comentado [CM35]: Hacer llamado a ver esta figura

Comentado [CM36R35]: Llamado agregado



Fuente: Elaboración propia (2021)

Comentado [CM37]: Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

Comentado [CM38R37]: Fuente añadida

## Resultados

Como se puede visualizar en la tabla 1 y en la figura 4, en todas las ramificaciones de elecciones la firma 1, termina resultando claramente superior en sus respectivas ganancias basado en la firma 2, esto inclusive está representado con la tabla realizada anteriormente para mostrar los efectos finales, debido a que la firma 2 tiene que afrontar problemáticas de producción que merman sus ganancias al final del proceso, que terminan resultando ser de un 30% menos en relación a la firma 1, las inferencias de este ejercicio podrían parecer obvias, pero el objetivo de este trabajo era representar la diferencia que se generaría entre ambas en este escenario particular. Se deben tener consideraciones particulares para este caso, tales como que la firma 1 elige primero en cuanto al mercado que desea satisfacer, el objetivo de esto es representar el poder adquisitivo y de competencia que termina adquiriendo la firma 1 en contraparte a la firma 2 que no puede suplir la demanda que se espera de la misma debido a los problemas que enfrenta, así como que debe vender su producto a un margen de precio menor que le dé una ventaja respecto a su competidor (la firma 1), ya que no puede competir bajo otros medios.

Los resultados obtenidos para el Equilibrio de Nash establecido al método de Gambit se observan en la figura 5:

**Figura 5**

Resultados finales de probabilidades de equilibrio de Nash por nodo.

#	1: L. productora 1	1: L. productora 2	2: Almacen F.1	3: Distribuidor F.1	4: Mercado 1	4: Mercado 2	5: Almacen F.1
1	0.5000	0.5000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
6: Distribuidor F.1	7: Mercado 1	7: Mercado 2	8: Almacen F.1	9: Distribuidor F.1	10: Mercado 1	10: Mercado 2	11: Almacen F.1
1.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000
12: Distribuidor F.1	13: Mercado 1	13: Mercado 2					
1.0000	0.0000	1.0000					
1: L. productora 1	1: L. productora 2	2: Almacen F.2	3: Distribuidor F.2	4: Mercado 2	5: Mercado 1	6: Almacen F.2	7: Distribuidor F.2
0.5000	0.5000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
8: Mercado 2	9: Mercado 1	10: L. productora 1	10: L. productora 2	11: Almacen F.2	12: Distribuidor F.2	13: Mercado 2	14: Mercado 1
1.0000	1.0000	0.5000	0.5000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
15: Almacen F.2	16: Distribuidor F.2	17: Mercado 2	18: Mercado 1				
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000				

**Comentado [CM39]:** Hacer llamado a ver esta figura

**Comentado [CM40R39]:** Llamado agregado

**Fuente:** Elaboracion propia (2021)

Y los resultados de manera visual en la interfaz de diagrama de árbol que brinda Gambit se muestran en las figura 6.

**Comentado [CM41]:** Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

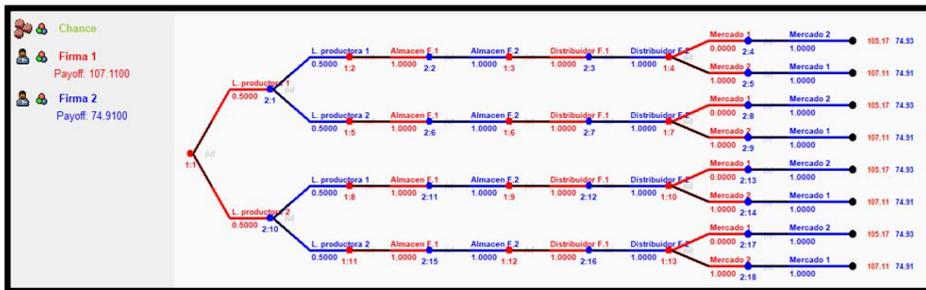
**Comentado [CM42R41]:** Fuente añadida

**Figura 6**

Diagrama de árbol de: Resultados finales de probabilidades de equilibrio de Nash por nodo.

**Comentado [CM43]:** Hacer llamado a ver esta figura

**Comentado [CM44R43]:** Llamado agregado



**Fuente:** Elaboracion propia (2021)

Los valores numéricos arrojados por Gambit para determinar el equilibrio de Nash representan la probabilidad de que el jugador determinado a realizar la elección, elija tal alternativa por sobre la otra que tiene en frente, a manera simple logramos visualizar que ambas firmas tienen probabilidades del 50% únicamente al momento de elegir a su productora por sobre la otra, esto también se interpreta en que dividen la demanda que desean satisfacer entre sus dos plantas de

**Comentado [CM45]:** Colocar el origen de esta imagen, si fue desarrollada por ustedes colocar elaboración propia (año)

**Comentado [CM46R45]:** Fuente añadida

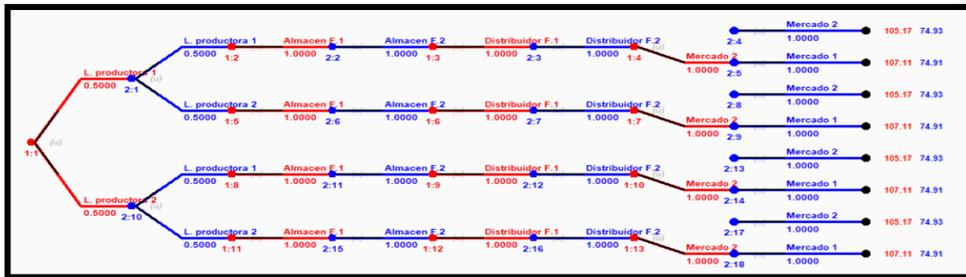
manera uniforme, aunque debido a cómo funciona el equilibrio de Nash en un juego, estos porcentajes se originan a que en ambas rutas que decida optar la firma 1 para encaminar su producción, tiene ganancias máximas exactas en ambos extremos de las rutas, por lo que sus elecciones respecto al trabajo distribuido a sus plantas, no determina una estrategia dominante al momento de optar por una sobre la otra, lo mismo para la firma 2, que al estar en el mismo escenario que sus ganancias finales no dependen de su elección en cuando a la distribución de su trabajo en sus plantas productoras, encuentra porcentajes del 50%.

Para el resto de elecciones antes de llegar a la selección de mercados para ambas firmas, encontramos valores de 1 dados por el equilibrio de Nash, esto representa que es la estrategia o elección dominante, esto es debido a que en el funcionamiento del juego, en este rango de opciones, desde el almacén y el distribuidor de ambas firmas, solo se cuenta con una posibilidad, por lo que al solo optar por estas, siempre será un 100% de probabilidad, a diferencia de los valores de 1 arrojados durante la selección de mercados, que tienen otra razón de ser. Cuando se llega al punto del juego en que la firma 1 tiene que elegir en que mercado depositar la mayoría de sus esfuerzos, se llega a un caso particular, la firma 1 predispone un porcentaje de 100% a elegir el mercado 2 por sobre el mercado 1, esto es bastante sencillo, la firma 1 vende sus productos a mayor precio en el mercado dos, por lo que si tiene la opción a elegir, su estrategia dominante siempre será optar a este mercado que le genera mayores ganancias, dejando a la elección de optar por el mercado 1 con un porcentaje de 0%, por consiguiente la estrategia dominante para la firma 1, será siempre optar a satisfacer la demanda del mercado 2 por sobre la demanda del mercado 1, debido a su ventaja frente a la firma 2, que a raíz de sus problemáticas debe vender sus productos a precios menores que la firma 1, siendo su estrategia dominante optar por cualquiera de los dos mercados, ateniéndose a las elecciones de la firma 1, siendo más probable que opte por satisfacer al mercado 1 debido a que es su ventana de oportunidad frente a la estrategia de la firma 1, terminando cada una con sus respectivas ganancias (o Payoff) de 107.11 para la Firma 1 y de 74.91 para la firma 2, dándolos una clara muestra de las complicaciones que debe enfrentar la Firma dos al competir bajo este escenario desfavorable.

Estas observaciones se vuelven más obvias al observar el diagrama de árbol eliminando las acciones que no son estrictamente dominantes, la herramienta de dominancia de Gambit nos permite visualizarlo de mejor forma.

Figura 1

Gráfico de red de equilibrio de Nash por dominancia.



Fuente: Elaboración propia (2021)

Como se mencionó con anterioridad, la opción para la firma 1 de optar por el Mercado 1 queda totalmente eliminada debido a que obtiene mayores ganancias al satisfacer principalmente al mercado 2, mientras que los nodos de la firma 2 se mantienen activos ya que ninguna opción representa una ventaja tan grande respecto a la otra y esta misma se debe atener a las elecciones de la firma 1 debido a sus ventajas competitivas.

## Conclusiones

En este artículo, se realizó un modelo de competencia centrado en una cadena de suministro. En donde se evaluó a 2 empresas que compiten entre sí, teniendo los mismos objetivos, y problemáticas debido al brote del COVID 19. Realizando un viaje al pasado, se logró implementar la “Teoría de juegos” centrándola en el “Equilibrio de Nash” e implementando el Software Gambit. Haciendo uso de sus herramientas, se pudo visualizar la mejor estrategia para cada empresa. Reflejando la situación que puede sufrir cualquier empresa, negocio, institución o individuo. Al estar compitiendo en mercados altamente demandantes.

Resultó fascinante y satisfactorio implementar Gambit, sacando a relucir sus herramientas para de ese modo, visualizar y sacar provecho de dicho programa. Aprendiendo así una nueva virtud para desarrollar problemas de toma de decisiones.

La pandemia ha dejado en evidencia la poca preparación del mundo ante una crisis ambiental. Para tiempos como este son necesarios acciones nuevas para encontrar soluciones a toda clase de problemas nuevos que puedan **acontecer** ya que como lo menciona Andrade, Ramírez, Mendoza y Sánchez (2018) la innovación representa el mecanismo a través del cual el capital intelectual, en sus diferentes dimensiones, termina afectado (aumentando) los niveles de competitividad de las empresas.

**Comentado [CM47]:** Estos son resultados de la investigación sugiero modificar la redacción o llevarlos hasta la sección de resultados

Con el apoyo de **Anna Nagurney**, logramos entender más de la “Teoría de juegos” en el manejo de una cadena de suministro, recapitulando en la toma de decisiones de las firmas, las cuales producen el mismo producto, tienen un área general de influencia similar y una estructura exacta, el comportamiento de las firmas ante situaciones de merma en su producción, y las maneras de afrontar las demandas de mercados.

**Comentado [CM48]:** Nombren solo el autor

**Comentado [CM49R48]:** Modificado para solo mostrar al autor

#### Referencias bibliográficas

Andrade, J., Ramírez, E., Mendoza, J., Y Sánchez, H. (2018). *LA INNOVACIÓN, EL CAPITAL INTELECTUAL Y LA COMPETITIVIDAD EN LAS PEQUEÑAS EMPRESAS DEL SUR COLOMBIANO*. TENDENCIAS EN LA INVESTITACION UNIVERSITARIA (Una visión desde Latinoamérica). Vol. (4) pp. 49-64.

**Comentado [150]:** Aplicar normas APA 7 ed, Incluir material del libro tendencias en la investigación universitaria

**Comentado [CM51R50]:** Normas aplicadas

Anzil, F., *TEORÍA DE JUEGOS. ZONA ECONÓMICA*. <http://www.zonaeconomica.com/teoriadejuegos/teoriadejuegos> (Consultado el 13 de Oct de 2021).

Briceño, M. Y Bernal, C. (2010). *Estudios de Caso sobre la gestión del conocimiento en cuatro organizaciones colombianas líderes en penetración de mercado*. Estudios gerenciales., Universidad ICESI, vol. 26, No. 117, pp. 173-193. [http://www.icesi.edu.co/estudios\\_gerenciales/images/stories/doc/9.%20cesar%20bernal%20-%20gestion%20del%20conocimiento.pdf](http://www.icesi.edu.co/estudios_gerenciales/images/stories/doc/9.%20cesar%20bernal%20-%20gestion%20del%20conocimiento.pdf).

Burki, T. (2020). *Global shortage of personal protective equipment*. Lancet Infectious Diseases, 20 (7) pp. 785-786. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30501-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30501-6).

Carneiro Caneda, M. (2010). *Dirección Estratégica Innovadora*. (M. Martínez, Ed.) La Coruña, España: Netbiblo.

Castro, J., Y Rojo, A. (2020). *CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES EN LA GLOBALIZACIÓN. TENDENCIAS EN LA INVESTITACION UNIVERSITARIA* (Una visión desde Latinoamérica). Vol. (10) pp. 18-34.

Ganeshan, R., & Harrison, T. P. (1995). *An Introduction to Supply Chain Management. Technical Report*; Department of Management Science and Information Systems, The Pennsylvania State University: University Park, PA.

McKelvey, Richard D., McLennan, Andrew M., and Turocy, Theodore L. (2016). Gambit: Software Tools for Game Theory, Version 16.0.1. <http://www.gambit-project.org/>.

Morrissey, George. (1993). *El pensamiento estratégico. Construya los cimientos de su planeación.* / Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, Madrid, España. 119 pp.

Nagurney, A. (2021). *Supply chain game theory network modeling under labor constraints: Applications to the Covid-19 pandemic.* European Journal of Operational Research, 293(3), 880–891. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.12.054>

Nash, John F., Jr. (1951). *Non-Cooperative Games.*, Annals of Mathematics 54:286-295.

Pindyck, Robert S., Rubinfeld, Daniel L. (2009). *Microeconomía.* 7ª Ed, Pearson Educación, S.A., Madrid.

Roldán, P. (25 de abril del 2017). *Cadena de suministro.* Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>

Westreicher, G. (26 mayo, 2021). *Minimax.* Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/minimax.html>.