



School of Business and Economics
Doctorate in Business Administration

DOCTORAL THESIS

MANAGEMENT DECISIONS IN SIMULATED BUSINESS COMPETENCE

SCENARIOS: Is it feasible to create an Automaton Manager?

LUIS ALFONSO DÁVILA RONDÓN

Author

Dr. ALONSO MÉNDEZ

Advisor

HONOLULU, HAWAI

AGOSTO/ 11 /2021

Mis mejores éxitos se los debo a mis fracasos

Albert Einstein

*Si el hombre tiene dos o más alternativas a seguir,
debe decidirse por una y luego seguirla, como si
ésta hubiese sido la única*

Lald Aron

ÍNDICE GENERAL

Secciones	Contenido Temático	Página
	DEDICATORIA	vi
	AGRADECIMIENTOS	vii
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
	ÍNDICE DE FIGURAS	x
	ÍNDICE DE TABLAS	x
	ÍNDICE DE PANTALLAS	xi
	INTRODUCCIÓN	1
	CAPÍTULO	
I	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
I.1.	Antecedentes y motivación	3
I.2.	Planteamiento del problema	5
I.3.	Objetivos de la investigación	7
I.4.	Preguntas de la investigación	8
I.5.	Hipótesis	8
	CAPÍTULO	
II	MARCO TEÓRICO	10
II.1	Decisiones Gerenciales	10
II.1.1.	Qué entendemos por Gerencia Empresarial	10
II.1.2.	Tipos de Decisiones Gerenciales	11
	Decisiones gerenciales en una empresa fabricante de productos de consumo masivo	13
II.2.	Simulación de Sistemas Empresariales	15
II.2.1.	Qué entendemos por Simulación de Sistemas	15
II.2.2.	Evolución en el Campo Empresarial	16
II.2.3.	Modelado matemático de sistemas empresariales	18
II.2.4	Qué entendemos por Simulación Gerencial	20

II.3.	Juegos Gerenciales	20
II.3.1.	Reseña histórica de los Juegos Gerenciales	21
II.3.2.	Tipos de Juegos Gerenciales	23
II.3.3.	Popularidad de los Juegos Gerenciales	25
II.3.4.	Otras aplicaciones de los Juegos Gerenciales	27
II.3.5.	Ventajas de los Juegos Gerenciales	27
II.3.6.	Difusión de los Juegos Gerenciales	28
II.3.7.	Simuladores actuales más reconocidos	29
II.4.	Minería de Datos (Data Mining)	30
II.4.1.	Qué entendemos por Minería de Datos	30
II.4.2.	Metodologías para proyectos de Minería de Datos	32
II.4.3.	Aportes a las Decisiones Gerenciales	33
II.5.	Aprendizaje Automático (Machine Learning)	35
II.5.1.	Qué entendemos por Machine Learning	35
II.5.2.	Aportes a la Gerencia Empresarial	36
II.5.3.	Beneficios Empresariales del Machine Learning	37
II.5.4.	Tipos de Algoritmos de Machine Learning	39
II.5.5.	Algoritmos Estadísticos utilizados en Machine Learning	41
II.5.6.	Herramientas computacionales para el Machine Learning	45
	CAPÍTULO	
III	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	48
III.1.	Análisis del sistema empresarial que se desea estudiar	48
III.2.	Modelado matemático del sistema empresarial	49
III.3.	Desarrollo del Sistema Programado (Simulador SIECE)	55
III.4.	Recolección de datos	62
III.4.	Procesamiento de los datos	63
III.5.	Ampliación del modelo matemático	63
III.6.	Aplicación de algoritmos estadísticos de aprendizaje	64
III.7.	Pruebas del nuevo sistema programado	64
	CAPÍTULO	
IV	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	69
IV.1.	Objetivos de la Investigación alcanzados	69
IV.2.	Respuesta a las Preguntas de Investigación	70
IV.3.	Demostración de Resultados mediante Aplicación Real Empresarial	71
IV.3.1.	Identificación del Escenario de Competencia Empresarial	72
IV.3.2.	Establecimiento de Reglas para la Competencia Empresarial	74
IV.3.3.	Primer Periodo de Competencia	78

IV.3.4.	Segundo Periodo de Competencia	81
IV.3.5.	Tercer Periodo de Competencia	84
IV.3.6.	Selección del Equipo Ganador	88
IV.3.7.	Posición ocupada por el Equipo Automata	89
IV.4.	Discusión de los Resultados	90
	CONCLUSIONES	91
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

DEDICATORIA

A

Fabiana, 5 añitos

*A tu corta edad me sorprendiste jugando ajedrez...
espero que algún día me sorprendas, venciendo al
Gerente Automata*

..

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso por la inspiración diaria para completar este trabajo.

A mi esposa Brenda por darme aliento en cada momento y tener siempre confianza en mi.

A mi hijo Luis, quien conociendo mi experiencia sobre el tema me motivo a proponer el presente trabajo doctoral.

A mis hijas María Virginia y María Carolina por sus aportes gerenciales en las pruebas del sistema.

A mi hijo menor José Alexander esperando le motive como ejemplo a seguir en su formación académica.

A la tutora Dirvia Montilla y el Advisor Alonso Méndez por sus apoyos académicos, paciencia y orientación que conllevo a la finalización exitosa del presente proyecto.

A los integrantes de los equipos empresariales por su paciencia y aportes gerenciales para la validación del modelo de Simulación Gerencial

A todos, muchas gracias.

DECISIONES GERENCIALES EN ESCENARIOS DE COMPETENCIA EMPRESARIAL SIMULADA: Es factible crear un Gerente Automata?

Luis Alfonso Dávila Rondón

RESUMEN

El pragmatismo de que una buena decisión no garantiza un buen resultado ha dado sus frutos con los avances tecnológicos que imitan procesos cognitivos y han mejorado la toma de decisiones en muchas situaciones. La inquietud constante de directivos empresariales por mejorar la toma de decisiones, conllevó, motivado por el creciente desarrollo de la tecnología de la información, la ciencia de los datos, la inteligencia artificial y la estadística aplicada, a incursionar en la automatización de estas decisiones. En una industria, conformada por empresas fabricantes y comercializadoras de productos, las decisiones gerenciales que se tomen (precio de venta, inversiones en promoción, investigación y desarrollo, reclutamiento y entrenamiento de personal, planta, producción, uso de patentes, entre otras), pueden ser afectadas por las decisiones que tomen sus competidores, y por ende, los resultados que se obtengan (ventas, calidad de los productos, porcentaje de mercado alcanzado, utilidades, patentes generadas, entre otras) puede llevar a la organización a una situación de desventaja competitiva frente a otras empresas de la industria. Esta situación puede estudiarse mediante la aplicación de *modelos de simulación gerencial*, siendo una forma de esta simulación los Juego Gerenciales, línea de investigación del autor durante varios años, que han sido complementados con estudios de Minería de Datos, Aprendizaje Automático, Aprendizaje Profundo y el desarrollo de sistemas programados de Soporte a la Decisión (DSS).

Ante la posibilidad de combinar estas tecnologías aprendidas y experimentadas en casos reales, en el presente trabajo de tesis doctoral, se profundizó en el tema de las Decisiones Gerenciales, combinando los conocimientos adquiridos durante la escolaridad en el Doctorado de Business Administration y ejercicio libre de la profesión como ingeniero de sistemas y científico de datos, para la creación de un “Gerente Automata”, dentro de un Simulador Gerencial, que sea capaz de tomar decisiones gerenciales acertadas, o al menos lógicas, en un ambiente simulado de competencia empresarial.

Palabras claves: decisiones gerenciales, competencia empresarial, aprendizaje automático, automatismo tecnológico.

MANAGEMENT DECISIONS IN SIMULATED BUSINESS COMPETENCE

SCENARIOS: Is it feasible to create an Automaton Manager?

Luis Alfonso Dávila Rondón

ABSTRACT

The pragmatism that a good decision does not guarantee a good result has paid off with technological advances that mimic cognitive processes that have improved decision-making in many situations. Constant restlessness of business managers to improve decision-making, carried, motivated by the growing development of information technology, data science, artificial intelligence and applied statistics, to venture into the automation of these decisions. In an industry, made up of manufacturing companies and product marketers, the managerial decisions that are made (sale price, investments in promotion, research and development, recruitment and training of personnel, plant, production, use of patents, among others), can be affected by the decisions made by the competition, and therefore, the results obtained (sales, product quality, percentage of market won, profits, patents generated, among others) can lead the organization to a situation of competitive disadvantage compared to other companies in the industry. This situation can be studied through the application of managerial simulation models, one form of this simulation being the Managerial Games, the subject of my line of research for several years, which I have complemented with studies of Data Mining (data mining) and machine learning (machine learning), deep learning and the development of programmed Decision Support systems (DSS).

Given the possibility of combining these technologies learned and experienced in real cases, in the present doctoral thesis work, the subject of Management Decisions was deepened, combining the knowledge acquired during schooling in the Doctorate of Business Administration and free exercise of the profession as a systems engineer and data scientist, for the creation of an "Automaton Manager", within a Management Simulator, who is capable of making sound management decisions, or at least logical ones, in a simulated environment of business competition.

Keywords: managerial decisions, business competence, machine learning, technological automation

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.3.1 Herramientas Business Intelligence para la toma de decisiones	12
Figura 2.4.1. Data Mining como parte del proceso KD	31
Figura 2.5.5. Elementos de una red neuronal artificial	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 2.4.1. Comparativa entre las metodologías tradicionales de minería de Datos	32
Tabla 4.1.1. Valores iniciales para cada empresa participante en la competencia	74
Tabla 4.6.1. Valores alcanzados por el Gerente Autómata al final de la Competencia89

ÍNDICE DE PANTALLAS

	Pag.
Pantalla 3.3.1. Menú principal del Sistema SIECE	56
Pantalla 3.3.2. Opción Administración del Sistema SIECE	57
Pantalla 3.3.3. Opción Juego del Sistema SIECE	57
Pantalla 3.3.4. Formato para ingreso de datos de los equipos participantes	58
Pantalla 3.3.5. Opción Reportes y Evaluación del sistema SIECE	59
Pantalla 3.3.6. Reporte de resultados de la Empresa 1 en el Periodo 3	59
Pantalla 3.3.7. Reporte de resultados de la Industria 1 en el Periodo 1	60
Pantalla 3.3.8. Opción gráficos del sistema SIECE	61
Pantalla 3.3.9. Comportamiento de las empresas en cuanto a sus inversiones	62
Pantalla 3.3.10. Opción Administración incluyendo el <i>Gerente Automata</i>	65
Pantalla 3.3.11. Niveles de dificultad del Jugador Automata	65
Pantalla 3.3.12. Resultados obtenidos por la Empresa 1 en Periodo 3	66
Pantalla 3.3.13. Resultados obtenidos por la Empresa 2 en Periodo 3	66
Pantalla 3.3.14. Resultados obtenidos por la Empresa 3 (Gerente Automata)	67
Pantalla 3.3.15. Resultados obtenidos por la Industria al final del periodo 3	67
Pantalla 4.1.1. Inclusión del Jugador (Gerente Automata)	71
Pantalla 4.1.2. Integrantes de la Empresa 1 con sus respectivos cargos gerenciales	72
Pantalla 4.1.3. Integrantes de la Empresa 2 con sus respectivos cargos gerenciales	73
Pantalla 4.1.4. Integrantes de la Empresa 3 con sus respectivos cargos gerenciales	73
Pantalla 4.1.5. Formato para ingresar decisiones gerenciales de cada Equipo	75
Pantalla 4.1.6. Decisiones de Empresa 1	78
Pantalla 4.1.7. Decisiones de Empresa 2	78
Pantalla 4.1.8. Resultados de la Primera Jugada en la Empresa 1 – SpeedBike C.A.	79
Pantalla 4.1.9. Resultados de la Primera Jugada en la Empresa 2 – Ultra Bike C.A.	79
Pantalla 4.1.10. Resultados de la Primera Jugada en la Empresa 3 – Automatic C.A.	80
Pantalla 4.1.11. Resultados de la Primera Jugada en la Industria	80
Pantalla 4.1.12. Decisiones de Empresa 1	81
Pantalla 4.1.13. Decisiones de Empresa 2	81
Pantalla 4.1.14. Resultados de la Segunda Jugada en la Empresa 1 – SpeedBike, C.A....	82
Pantalla 4.1.15. Resultados de la Segunda Jugada en la Empresa 2 – Ultra Bike, C.A.	82
Pantalla 4.1.16. Resultados de la Segunda Jugada en la Empresa 3 – Automatic C.A.	83

Pantalla 4.1.17. Resultados de la Segunda Jugada en la Industria	83
Pantalla 4.1.18. Decisiones de Empresa 1	84
Pantalla 4.1.19. Decisiones de Empresa 2	84
Pantalla 4.1.20. Solicitud de Información Adicional para Empresa 1	85
Pantalla 4.1.21. Resultados de la Tercera Jugada en la Empresa 1 – SpeedBike, C.A....	85
Pantalla 4.1.22. Resultados de la Tercera Jugada en la Empresa 2 – Ultra Bike, C.A.	86
Pantalla 4.1.23. Resultados de la Tercera Jugada en la Empresa 3 – Automatic C.A.	86
Pantalla 4.1.24. Resultados de la Tercera Jugada en la Industria	87
Pantalla 4.1.25. Puntuación obtenida en la Primera Jugada-Ganador Empresa 2	88
Pantalla 4.1.26. Puntuación obtenida en la Segunda Jugada-Ganador Empresa 2	88
Pantalla 4.1.27. Puntuación obtenida en la Tercera Jugada-Ganador Empresa 2	89

INTRODUCCIÓN

El fundamento racional para usar simulación en cualquier disciplina es la búsqueda constante del hombre, por adquirir conocimientos relativos a la predicción del futuro. Tal búsqueda es tan vieja como la historia de la humanidad.

Los primeros empleos de la simulación implicaban generalmente la experimentación con modelos físicos que representaban los fenómenos en investigación. De ahí que la simulación haya tenido, en primer lugar, gran aplicación en estudios científicos y de ingeniería.

Los procesos administrativos y económicos no pueden representarse por medio de modelos físicos, por lo que el estudio de estos procesos requirió del modelado matemático y la simulación en computadores digitales, para en gran medida, estudiar el comportamiento de sistemas empresariales bajo diferentes escenarios y períodos de tiempo.

Una aplicación de la simulación de sistemas en el área empresarial, lo constituye la Simulación Gerencial, técnica numérica para la evaluación de diferentes estrategias competitivas entre equipos gerenciales mediante la conducción de experimentos de simulación, utilizando un modelo matemático, implementado en un sistema computarizado. Una forma de Simulación Gerencial, es conocida como Juegos Gerenciales.

Luego, puede decirse que los *Juegos Gerenciales* son una forma de simulación interactiva, donde los participantes toman decisiones en un ambiente de competencia empresarial, generalmente oligopólico, con las cuales se alimenta un sistema computarizado, fundamentado en un modelo matemático, conformado por un conjunto de ecuaciones algebraicas y diferenciales que representan la variación en el tiempo (generalmente un período) de variables de estado del sistema empresarial y/o industria.

En el área de la administración, el desarrollo de Juegos Gerenciales se considera que tuvo sus inicios en 1956, en la American Management Association (Top Management Decision Simulation), seguido por desarrollos realizados en importantes universidades,

tales como la Universidad de California (Executive Game), Instituto Tecnológico de Massachusetts (Total Market Environment Simulation), Universidad de Harvard (OPRAD), la Universidad Carnegie-Mellon (Marketing Analysis Training Exercise), y grandes empresas tales como IBM (Top Management Decision Game), General Electric (Marketing Strategy Simulation Exercise), entre otras.

La iniciativa de estas organizaciones educativas y empresariales, motivó a otras organizaciones al desarrollo, uso y difusión mediante cursos gerenciales en las Escuelas de Administración, así como, en empresas mediante la simulación de competencias interactivas gerenciales.

Nuestra experiencia en la Empresa 3L Consulting, C.A., donde me desempeño actualmente, como Gerente de Investigación y Desarrollo, participó en un proyecto de desarrollo de un Sistema de Inteligencia Gerencial Competitiva, donde, complementario al uso de herramientas estadísticas multivariantes, el modelado y simulación jugó un papel importante en el estudio del proceso productivo, almacenamiento y ventas dentro de un ambiente competitivo empresarial, donde la toma de decisiones gerenciales ameritaba el trabajo en equipo. Este proceso de toma de decisiones ameritó el entrenamiento del personal directivo de la empresa cliente, razón por la cual se utilizó una Aplicación Informática (Simulador), que llamamos SIECE, desarrollada bajo mi dirección como profesor investigador en el Departamento de Investigación de Operaciones de la Universidad de Los Andes, Venezuela.

Esta Aplicación Informática resuelve, una vez alimentado con decisiones gerenciales, un modelo matemático conformado por 96 ecuaciones matemáticas, de las cuales 70 provienen de la bibliografía sobre teoría económica, economía de negocios, marketing científico, producción, calidad total, teoría de los precios... y otros juegos gerenciales como por ejemplo el publicado por Naylor Thomas y cols, 1982) y 26 obtenidas de entrevistas a Gerentes de Recursos Humanos, Producción, Ventas, Promoción, entre otros, así como, algunas ecuaciones probabilísticas representativas de eventos fortuitos.

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

En mi caso, el interés y motivación por los Juegos Gerenciales, surge durante mis estudios (autor) de Postgrado en Ingeniería Empresarial del autor, en 1986, en la Universidad Simón Bolívar, Venezuela, donde tuve la oportunidad de complementar mi formación ingenieril con conceptos, técnicas y herramientas de la economía, la administración y la gerencia, compartiendo con verdaderos gerentes empresariales - compañeros de estudio y profesores- experiencias reales para la solución de problemas empresariales, donde la matemática aplicada, la simulación y la computación jugaron un papel importante. La revisión bibliográfica para la resolución de estos problemas, me permitió conocer el modelo del juego gerencial, desarrollado por I.B.M, y publicado por Naylor, Th. y cols, 1982.

En 1987, reincorporado como profesor de las cátedras de Simulación de Sistemas y Seminario de Aplicaciones de Investigación de Operaciones, inicio una investigación para la creación de un Juego Gerencial. Analizamos el modelo desarrollado por I.B.M., donde se describe el comportamiento de una industria hipotética, mediante ecuaciones matemáticas asociadas a características operacionales y otras de naturaleza contable, varias de ellas con variables y parámetros desconocidos, que requirieron estimaciones, algunas de ellas, por ensayo y error. Se desarrolló la primera versión del Juego Gerencial en lenguaje BASIC, fundamentado en un modelo que incluía 21 ecuaciones con 37 variables y 18 parámetros. Este sistema fue utilizado durante varios semestres en las cátedras mencionadas y paralelamente se continuó investigando bibliográficamente sobre el tema de los Juegos Gerenciales, conceptos, teorías y decisiones en el área de la Mercadotecnia, Finanzas, Investigación y Desarrollo, Producción, etc. Esta investigación enriqueció los conocimientos, y por ende, la inclusión en el modelo de nuevas ecuaciones, permitiendo en 1990, durante el curso de Investigación de Operaciones Avanzada, el desarrollo de una nueva versión del sistema automatizado, en lenguaje Pascal, incorporando nuevos elementos.

Durante el período 1990-1993, tuvimos la oportunidad de consultar a gerentes del sector productivo del país y de empresas transnacionales, quienes visitaban la Facultad de Ingeniería para reclutar personal entre los graduandos y egresados (Dávila, L.A., 1992). Estas entrevistas nos permitieron comprender la importancia que estas empresas dan al Reclutamiento y Entrenamiento de personal, las inversiones que en esta materia realizan y como éstas pueden influir en otras áreas de la empresa y de la industria en general. Esto motivo a incluir en el modelo matemático ecuaciones relacionadas con el reclutamiento y entrenamiento y su efecto sobre otras áreas, ampliando significativamente el modelo.

En 1993, durante el dictado del Seminario de Aplicaciones de Investigación de Operaciones, se formaron equipos de trabajo, para indagar en la literatura sobre inversiones, decisiones y efectos de la publicidad, la propaganda, la calidad del producto, procesos productivos, productos, patentes y otros aspectos de interés (Dávila, L.A. y cols, 1993). Esta investigación aportó conocimiento que conllevó al crecimiento del modelo matemático el cual alcanzó un total de 70 ecuaciones entre algebraicas y diferenciales.

A partir de este momento surge la inquietud por incorporar eventos fortuitos o consecuencia de malas decisiones de algún grupo, tales como huelga de obreros, protesta de los consumidores, golpe inflacionario, investigación exitosa, escases de materia prima, limitantes para importación, ocurrencia de un fenómeno natural en la zona donde se ubica alguna de las empresas, entre otros. Esto requirió la incorporación de ecuaciones probabilísticas. Adicionalmente, se consideró la posibilidad de incorporar el otorgamiento de préstamos y una especie de *espionaje industrial* mediante el cual una empresa pudiera comprar al sistema *información adicional* sobre otras empresas, tales como, número de patentes, inversión en promoción, inventario existente, capacidad de producción, entre otras, alcanzando el sistema un total de 96 ecuaciones.

En 1994, se desarrolló como proyecto de grado, bajo mi tutoría (Vívenes D., Dávila, L.A., 1994), una nueva versión del sistema automatizado en lenguaje Visual Basic, donde se incluyó estos nuevos elementos y el uso de herramientas gráficas para dar soporte al análisis de resultados.

Durante el período 1995-2015, el juego se expuso a investigadores en el área de modelado y simulación, cursos de pregrado y postgrado dentro y fuera del país, Jornadas de Investigación de Operaciones, Congresos de Estudiantes de Ingeniería Industrial, Congresos Latinoamericanos de Estudiantes de Ingeniería Química, Competencias Académicas entre estudiantes de Ingeniería y Administración de universidades venezolanas, entre otras. La utilización más reciente ha sido en el Postgrado de Gerencia de la Universidad de Carabobo, Venezuela, 2016-2017 y Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira, Colombia en 2019.

I.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La realización de más de 70 competencias empresariales, entre equipos gerenciales (integrados por representantes de las áreas de Finanzas, Mercadotecnia, Recursos Humanos, Investigación y Desarrollo, Producción, Control de Calidad, ...), utilizando la Aplicación Informática SIECE, bajo mi dirección como facilitador, tanto a nivel nacional (Venezuela) como internacional (Guatemala, Colombia, España, México, Cuba, Francia), en Postgrados de Gerencia, Escuelas de Administración, Escuelas de Ingeniería, Congresos Internacionales de Estudiantes de Ingeniería Industrial, Congresos Internacionales de Estudiantes de Ingeniería Química, Jornadas de Investigación de Operaciones, entre otros, realizadas a través de Talleres de Simulación, ha permitido recopilar durante varios años información sobre decisiones gerenciales tomadas por los diferentes equipos competidores, resultados obtenidos por cada equipo y consecuencias favorables o desfavorables tanto en la empresa respectiva (que representa cada equipo) como en la industria en general a que pertenecen dichas empresas competidoras.

Desde inicios del año 2019, durante la escolaridad del Doctorado en Business Administration, se ha indagado sobre el estado actual de los Juegos Gerenciales, encontrando como novedosos los desarrollos realizados por Michelsen LABSAG LTD en Gran Bretaña, el Learning Lab de la Universidad de Pensilvania y el Centro de Simulación Empresarial del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. No obstante, ninguno de los Simuladores que ofrecen estas Organizaciones presenta la opción de usar un “Gerente o Equipo Automata”. Esto motivó a estudiar la factibilidad de

desarrollo de una nueva versión del Simulador SIECE, fundamentado en las experiencias y resultados obtenidos en los talleres dictados (competencias empresariales antes citadas), y la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial (redes neuronales, lógica difusa y aprendizaje automático), para la creación de una especie de “Gerente Autómata” que, representando un equipo gerencial en particular, sea capaz de rivalizar, en un ambiente simulado de competencia empresarial, con otros equipos presenciales, tomando decisiones acertadas, o al menos por ahora, que se acerquen al razonamiento humano de un equipo gerencial.

Esta inspiración surge después de haber leído el libro ¡ Sálvese quien pueda ¡ de Andrés Oppenheimer, donde encontramos

Desde que la supercomputadora Deep Blue le ganó al campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov en 1997, los robots están venciendo un desafío tras otro. En 2002 un programa de software le ganó por primera vez a los mejores jugadores de Scrabble. En 2010 un software de bridge superó a algunos de los mejores jugadores del juego de cartas. En 2011 la supercomputadora Watson de IBM le ganó a dos campeones del popular juego televisivo Jeopardy. En 2016 el programa de computación Deep Mind de Google generó titulares en todo el mundo al derrotar al campeón mundial de Go, el surcoreano Lee Se-Dol. Hasta entonces, el Go era considerado imbatible por una máquina, porque es un juego que además de inteligencia, requiere una buena dosis de intuición y creatividad. Algunos científicos, como Vernor Vinge, auguran que las máquinas inteligente superarán las capacidades humanas tan pronto como 2023. Otros, como el futurólogo y director de ingeniería de Google, Ray Kurzweil, pronostican que la singularidad —el momento en el tiempo en que la inteligencia artificial superará a la inteligencia humana— ocurrirá en 2045. Con el vertiginoso avance de la tecnología, no sería raro que ocurra en algún momento entre ambas fechas (Oppenheimer, A., 2018, pag. 21).

Hasta los jueces —una profesión de alto prestigio que exige habilidades que normalmente no asociamos con las de las computadoras, como la capacidad de tomar decisiones y el buen criterio— corren el riesgo de ser reemplazados por algoritmos mucho más eficientes (Oppenheimer, A., 2018, pag. 31).

Sin pretensiones comparativas con el presente proyecto, ni mucho menos, pero si como analogía, puede citarse que la Aplicación Informática Watson de IBM, alimentada con 1.500.000 historias médicas y probada exitosamente en el Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, actúa como un “médico” autómata para la realización de diagnósticos médicos; y la empresa de inteligencia artificial Kira Systems, creó una Aplicación Informática para la Firma de Abogados DLA Piper, una de las más grandes firmas de abogados del mundo, que actúa como un “abogado autómata” que es capaz de realizar

análisis automatizado de contratos corporativos y propone correcciones; trabajo que era realizado por jóvenes abogados que recién ingresaban a la firma.

I.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general:

Desarrollar un Gerente Autómata que, incorporado al simulador SIECE, sea capaz de tomar decisiones gerenciales confiables en un ambiente simulado de competencia empresarial.

Objetivos específicos:

- Realizar una investigación bibliográfica y netgráfica sobre Simulación Gerencial (management simulation), Minería de Datos (data mining) y Aprendizaje Automático (machine learning), Aprendizaje Profundo (deep learning), con énfasis en sus aplicaciones en la toma de Decisiones Gerenciales.
- Aplicar técnicas de Minería de Datos para detección de patrones de comportamiento a partir de datos obtenidos en competencias empresariales realizadas con el Simulador SIECE.
- Reformular el Modelo Matemático actual del Sistema SIECE para la incorporación de las ecuaciones estadísticas y matemáticas inherentes en los algoritmos de aprendizaje y de ocurrencia de eventos fortuitos o consecuencia de buenas o malas decisiones.
- Desarrollar un algoritmo de aprendizaje profundo basado en los resultados de la minería de datos para la toma de decisiones gerenciales automáticas.
- Rediseñar el Sistema Programado (simulador) actual para su adecuación al nuevo ambiente de competencia empresarial.
- Implementar y probar computacionalmente el nuevo Sistema Programado para validar la efectividad y acertabilidad del jugador (gerente) autómata.

- Realizar al menos tres periodos de competencias empresariales con equipos gerenciales representados por gerentes reales de empresas productoras y comercializadoras de productos, estudiantes y/o profesores de postgrado de gerencia y, obviamente el equipo gerencial representado por el Gerente Autómata.

I.5. PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

Ante la posibilidad de profundizar en el tema que se presentó como Plan de Tesis Doctoral, se tratará, en concordancia con los objetivos propuestos, dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- En qué medida se ha evolucionado en el uso de la Simulación Gerencial, como herramienta educativa para la capacitación y entrenamiento de personal directivo de empresas productoras y comercializadoras de productos?.
- Entre los Simuladores (juegos gerenciales) más populares alguno incorpora un jugador (gerente) autómata?
- Cuál Metodología de Minería de Datos (data mining) es mas adecuada para el tratamiento de los datos recopilados?
- Es programable un algoritmo estadístico-matemático, qué basado en patrones de comportamiento obtenidos por data mining, permita el aprendizaje automático del gerente autómata que se pretende desarrollar?.

I.6. HIPÓTESIS

Las experiencias vividas durante varios años en el dictado de Talleres de Simulación Interactiva en Escenarios de Competencia Empresarial, en especial en Cursos de Postgrado de Gerencia, donde los participantes (estudiantes) que integraban los equipos gerenciales, en su mayoría – en la práctica- se desempeñaban como gerentes en empresas productoras o prestatarias de servicios, permitió observar en forma presencial el comportamiento de estos gerentes ante la toma de decisiones

gerenciales, requeridas durante las competencias, así como, las acciones (decisiones) correctivas en periodos subsiguientes, es decir, pudo apreciarse el autoaprendizaje que los llevó a mejorar su desempeño grupal.

El tratamiento adecuado, tanto de estas decisiones como resultados obtenidos en estas competencias realizadas, utilizando algoritmos estadísticos de aprendizaje automático (machine learning), permite *afirmar con un alto grado de certeza* que es posible desarrollar informáticamente un “gerente autómeta” que, participando en una competencia empresarial simulada contra equipos de gerentes reales tome decisiones lógicas y por autoaprendizaje del algoritmo computacional mejore su rendimiento.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

II.1. DECISIONES GERENCIALES

II.1.1. Qué entendemos por Gerencia Empresarial

Una simple definición de Gerencia tomada del Diccionario la describe como “Persona o conjunto de personas que se encargan de dirigir, gestionar o administrar una sociedad, empresa u otra entidad.”, no obstante, la complejidad de esta actividad empresarial, tanto en estructura como en funcionamiento, nos obliga a indagar la definición de diferentes autores, preferiblemente con experiencia práctica. Así encontramos:

Para Henry Fayol (1841-1925) ingeniero e investigador francés conocido por haber formulado la Teoría Clásica de la Administración, “gerenciar es conducir una empresa hacia su objeto tratando de sacar el mejor partido de todos los recursos de que dispone”.

Para Alberto Kryger (1934-2017), fundador de la firma de asesoría gerencial Krygier y Asociados, especializada en estrategia, organización y gobernabilidad, “La Gerencia debe verse como un macro concepto que integra la organización, sus procesos dinámicos e interactivos, la viabilidad de esos procesos para alcanzar sus objetivos y la capacidad de la organización para asegurar su supervivencia y desarrollo, empleando en forma eficaz los recursos de los cuales dispone”

Henry, Sisk y Mario Sverdlik (1979) expresan que: El término “gerencia” es difícil de definir: significa cosas diferentes para personas diferentes. Algunos lo identifican con funciones realizadas por empresarios, gerentes o supervisores, otros lo refieren a un grupo particular de personas. Para los trabajadores; gerencia es sinónimo del ejercicio de autoridad sobre sus vidas de trabajo.

..

Peter Drucker (2001), considerado el padre de la gerencia, establece por su parte, que “un gerente debe dar respuesta a tres tareas primordiales: la primera, dar cumplimiento a la misión de la organización; la segunda, lograr que los trabajadores y subalternos se

adhieran al desarrollo de sus labores, pero al propio tiempo que se sientan realizados; y, finalmente, dirigir los impactos del trabajo y las responsabilidades sociales”.

II.1.2. Tipos de Decisiones Gerenciales

Existen en la literatura diferentes formas de clasificar las decisiones gerenciales, de las cuales para el objetivo de este proyecto, es suficiente apoyarnos en el enfoque presentado por Business Intelligence, 2017:

- **Decisiones estratégicas** : Este tipo de decisiones son tomadas en la alta gerencia y suele afectar o beneficiar a toda la empresa en el alcance de los objetivos estratégicos y el modelo de negocios. Ejemplo, Inversiones en innovación tecnológica, Solicitud de créditos, Asociaciones estratégicas. Estas decisiones son fundamentadas en la información recibida de la Gerencia Media o también conocida como Gerencia Táctica. El personal decisor suele estar formado por el CEO, Presidente o el Gerente General, apoyados por personal Staff de la empresa.
- **Decisiones tácticas**: Estas decisiones son tomadas en la Gerencia Media y puede afectar o beneficiar una parte de los procesos de la empresa, ejemplo, el proceso de marketing, el proceso de reclutamiento y entrenamiento de personal, el proceso de distribución de productos. El personal decisor suele estar formado, por ejemplo, por el Gerente de Marketing, Gerente de Tecnología, Gerente de Producción. Estas decisiones son sustentadas por información recibida de departamentos de niveles inferiores en la jerarquía empresarial.
- **Decisiones operativas**: Estas decisiones son tomadas en el nivel operativo, y pueden afectar o beneficiar actividades específicas. Suelen ser tomadas en áreas tales como control de calidad, almacenamiento, entrega de productos, representadas por jefes de departamento, encargados de área...

- **Decisiones estructuradas** : Son aquellas donde las variables que intervienen en la decisión son ampliamente conocidas o siguen un modelo o proceso específico, se toman con cierta periodicidad (ejemplo, trimestralmente), son repetitivas y se suelen convertir en rutinarias. La toma de estas decisiones pueden implementarse en un algoritmo computacional, por ende, llegar a tomarse de forma automática, es decir sin intervención humana.
- **Decisiones no estructuradas**: Estas decisiones suelen tomarse ante eventos inesperados o que ocurren con poca frecuencia, ejemplo, decisiones ante una protesta de consumidores, huelga de obreros, escasez de materia prima. El proceso de toma de estas decisiones no son fácilmente implementables en un algoritmo computacional y menos ser tomadas sin la intervención humana.
- **Decisiones semiestructuradas**: Es el caso intermedio. Sólo algunas de las variables decisorias son ampliamente conocidas, y por ende, el proceso de decisión puede definirse razonablemente, pero algunos aspectos o factores influyentes son inciertos. Un ejemplo de este tipo de decisión puede ser “cuánto mandar a producir de un nuevo producto que se lanzará al mercado”.

Como puede observarse en la Figura II.3.1 las decisiones expuestas se entrecruzan y pueden ser estudiadas mediante técnicas de Data Mining.

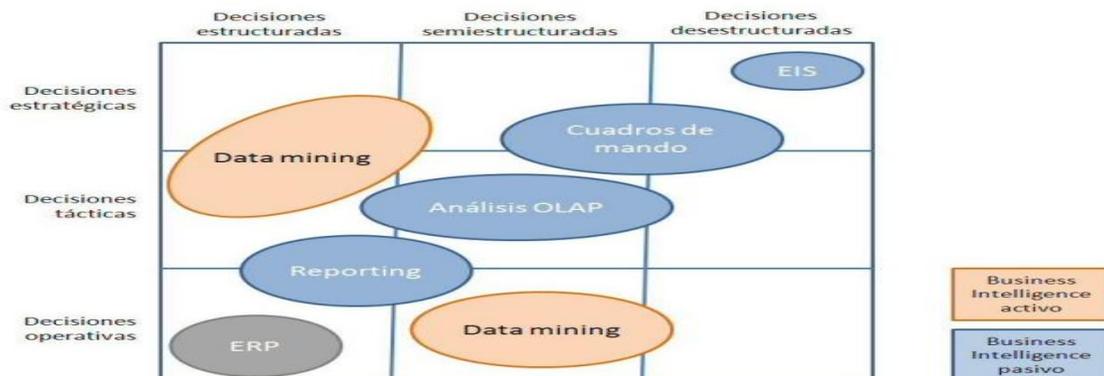


Figura 2..3.1. Herramientas Business Intelligence para la toma de decisiones

Fuente: Business Intelligence, 2017, <https://www.businessintelligence.info/dss/toma-decisiones-business-intelligence.html>

II.1.3. Decisiones gerenciales en una empresa fabricante de productos de consumo masivo

Imaginemos una industria conformada por un grupo de empresas fabricantes y comercializadoras de un producto innovador, tecnológico y de alta demanda, ejemplo, bicicletas eléctricas.

- Cada empresa cuenta con una **Gerencia General**, que supervisa a una Gerencia de Mercadotecnia, una Gerencia de Finanzas, una Gerencia de Producción, una Gerencia de Investigación y Desarrollo y una Gerencia de Recursos Humanos, todas ellas ubicadas en el nivel estratégico de la empresa, que a su vez supervisan a subgerencias ubicadas en el nivel táctico.
- La **Gerencia de Mercadotecnia**, tiene bajo su responsabilidad las decisiones concernientes al *intercambio con los clientes*, esto implica la detección de necesidades y deseos de los clientes actuales o potenciales y en contraparte buscar la venta exitosa de los productos de la empresa. Todo esto incluye decisiones para: a) Fijar el Precio del producto, b) Seleccionar la forma de Promoción del producto (publicidad y propaganda, venta directa), y sustentar la inversión necesaria, c) Establecer las características del producto, estimar demanda para el próximo período y mejoras requeridas del producto, d) seleccionar los canales de distribución del producto (plaza), inversión requerida, ubicación de clientes potenciales.
- La **Gerencia de Investigación y Desarrollo**, tiene bajo su responsabilidad las decisiones concernientes a la *investigación tecnológica*, bien sea para mejorar el producto actual o para el lanzamiento de nuevas versiones del mismo. Esto incluye decisiones sobre requerimientos tecnológicos y capacitación de personal para mejorar: a) los procesos productivos, b) la calidad del producto, c) las características del producto, d) la creación y patente de nuevas versiones del producto.

- La **Gerencia de Producción**, tiene bajo su responsabilidad las decisiones sobre el *proceso productivo* para que este sea eficaz y eficiente. Eficaz para alcanzar las metas establecidas en base al pronóstico de ventas establecido por la Gerencia de Mercadotecnia; y eficiente para alcanzar la meta de producción, utilizando de forma óptima los recursos humanos, tecnológicos y materiales. Adicionalmente, decisiones referentes a la supervisión del rendimiento del personal, inspecciones de calidad, tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, adquisición de materia prima y determinación de recursos necesarios tanto para la producción propiamente dicha como para el mantenimiento (mano de obra, materia prima, equipos y materiales).
- La **Gerencia de Finanzas**, tiene bajo su responsabilidad las decisiones sobre *gastos, Inversiones, otorgamiento de créditos y endeudamiento*. Entre las decisiones sobre gastos podemos mencionar, compra de materia prima y materiales, “pago de impuestos”, mantenimiento de equipos, distribución de productos. En decisiones sobre inversiones podemos mencionar las referentes a inversiones en promoción (publicidad y propaganda), inversiones en investigación y desarrollo, inversiones en reclutamiento y entrenamiento de personal. En otorgamiento de créditos podemos mencionar las decisiones sobre financiamiento a partners o socios distribuidores-vendedores del producto. En endeudamiento podemos mencionar las decisiones sobre créditos con proveedores y entidades financieras.

Todas estas decisiones se sustentan en información procedente de niveles tácticos y operativos de la empresa. Así, por ejemplo, la Gerencia de Mercadotecnia se fundamenta para sus decisiones en la información recibida, bien sea contenida en solicitudes o reportes, de la gerencia de ventas, gerencia de promoción, gerencia de distribución, gerencia de mercadeo, otras. La Gerencia de Producción se fundamenta para sus decisiones en la información recibida, de los departamentos de inventario, almacenamiento, despacho y fabricación. La Gerencia de Finanzas se fundamenta para

sus decisiones en la información recibida del Departamento de Contabilidad, requerimientos financieros de las restantes gerencias, por ejemplo, para inversiones en promoción, inversiones en la planta de producción, en entrenamiento de personal, entre otras.

II.2. SIMULACIÓN DE SISTEMAS EMPRESARIALES

II.2.1. Qué entendemos por Simulación de Sistemas

Iniciemos definiendo lo que entendemos por Simulación de Sistemas. Como vimos en la Introducción del presente trabajo, este concepto no es nuevo, y desafortunadamente, no ha habido un acuerdo, entre los que usan el término *simulación*, respecto a su significado exacto, por ende, citaremos cuatro definiciones de finales del siglo pasado e inferiremos sobre ellas.

*“Simulación es el uso de un **modelo** para representar, en el **tiempo** características esenciales de un sistema o proceso bajo estudio” (Meier, R., y Cols, 1975).*

*“Simulación es el proceso de conducir experimentos sobre un **modelo** de un sistema” (Mize, J., Cox., J. 1968).*

*“Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en un computador con ciertos tipos de **modelos** lógicos y matemáticos, que describen el comportamiento de un sistema complejo en períodos extensos de **tiempo real**” (Naylor, Th. y Cols, 1982).*

*“Simulación de un sistema (o un organismo) es la operación de un **modelo** (simulador), el cual es una representación del sistema. Este modelo puede sujetarse a manipulaciones que serían imposibles de realizar, demasiado costosas e imprácticas, la operación de un modelo puede estudiarse y con ello, inferir las propiedades concernientes al comportamiento del sistema o subsistema real” (Shubik, M., en Naylor, Th. y Cols., 1982).*

En cada una de estas definiciones podemos apreciar que la simulación requiere del uso de un modelo representativo del sistema cuyo comportamiento se desea estudiar, es

obvio, que este estudio se realiza mediante la conducción de experimentos y durante periodos de tiempo de interés. En base a estas definiciones me atrevería a definir la simulación de sistemas empresariales como *“una técnica numérica para estudiar el comportamiento de un sistema (empresa o industria), en períodos extensos de tiempo real y bajo diferentes escenarios utilizando un modelo matemático, mediante la conducción de experimentos, con el fin de evaluar políticas implementables para el mejor funcionamiento de dicho sistema”*.

II.2.2. Evolución en el Campo Empresarial

Con el surgimiento de los computadores digitales, a principio de la década de los años 50, se desarrollaron nuevas y poderosas técnicas analíticas para la resolución de problemas matemáticos, que tuvieron un profundo impacto, y que aún permanecen latentes en gran cantidad de disciplinas científicas. Una de estas técnicas, sin duda una de las más importantes, son las llamadas técnicas de simulación en computadores. La literatura que describe estas técnicas es extensa e incluye aplicaciones en distinto campos que van desde la física hasta la tecnología espacial, pasando por la ingeniería, la medicina, las ciencias sociales, la administración y la economía.

Aunque el proceso de simulación, relativamente reciente, ha sido vinculado a la antigua arte de la construcción de modelos, al ser estos requeridos para la realización de experimentos sobre los mismos, el proceso de simulación tiene implicaciones más precisas que la “simple” construcción de modelos, algo evidente desde sus inicios cuando, a finales de los años 40, Von Neumann y Ulam desarrollaron el Análisis de Montecarlo, con el fin de resolver ciertos problemas de protección nuclear que eran demasiado costosos para ser resueltos explícitamente o demasiado complejos para ser tratados de forma analítica (Meier, R. y Cols, 1975).

En el campo empresarial el amplio uso de la simulación surgió cuando comenzó a disponerse ampliamente de los computadores digitales, pues antes de ello, las técnicas de simulación no eran suficientemente conocidas en el área y el volumen de los cálculos que se requerían, hacía que las computaciones manuales resultaran excesivamente costosas y laboriosas. En ocasiones llegaron a utilizarse dispositivos analógicos en el

área de simulación económica, pero la dificultad para encontrar analogías apropiadas impidió que este uso se difundiera. Hoy en día con el computador digital se puede tener una potencialidad casi ilimitada.

Como puede inferirse, las técnicas de simulación en computador, puede ser aplicada a situaciones aparentemente distintas y no relacionadas de diferentes disciplinas. En nuestro caso, nos referiremos esencialmente a la simulación en el contexto de la empresa, la industria y la economía. Por otra parte, al hablar de modelos, en todo momento nos estaremos refiriendo a modelos matemáticos, por cuanto los demás tipos de modelos existentes abarcan áreas ajenas a nuestro interés de inmediato. De igual forma, entenderemos en todo momento la simulación ubicada en el campo de la simulación computarizada por las extraordinarias ventajas que ella ofrece.

Es importante destacar que las técnicas de simulación en el área económica han evolucionado como uno de los medios más eficaces de que se dispone para resolver los problemas en esta área. Mediante la simulación, el economista o el investigador de operaciones, o simplemente un analista, obtiene medios de observación y experimentación fundamentales para explicar ciertas áreas del comportamiento empresarial, difícilmente aprehensibles mediante la aplicación directa de la teoría. *“La construcción y operación de un modelo de simulación permite la observación de la conducta dinámica de un sistema, en condiciones controladas, pudiendo efectuarse experimentos para comprobar hipótesis acerca del sistema bajo estudio”* (Meier, R. y Cols, 1975, p.11).

Al igual que en otros campos, los modelos de simulación en el área económica permiten la descripción, mediante un conjunto de variables de estado, de las condiciones del sistema, en este caso la industria, en un punto en el tiempo. La incorporación del concepto del tiempo es fundamental en los modelos de simulación. Es precisamente el énfasis en la descripción de la conducta del sistema, a través del tiempo, lo que termina de distinguir la simulación del empleo de otras técnicas matemáticas o analíticas simbólicas. Generalmente, el proceso de simulación consiste en proveer al sistema ciertas condiciones o valores iniciales de variables de estado, para observar, a partir de

ahí, su evolución y, por ende, la de sus variables características a través del tiempo, sin ninguna injerencia adicional a la evolución autónoma del sistema (Aracil, J.,1978).

Se ha creado también una conciencia, cada vez mayor, de que los problemas económicos y administrativos deben tenerse en cuenta de acuerdo con el sistema total y las interacciones entre las partes, y la simulación es un medio que ofrece excelentes oportunidades para adoptar este punto de vista. El comportamiento de un sistema es el resultado del efecto combinado de acciones y las consecuencias de éstas. De esta forma, es necesario considerar no sólo las acciones de una parte del sistema, sino también las reacciones de otros componentes y de factores en el ambiente sobre el cual opera el sistema.

II.2.3. Modelado matemático de sistemas empresariales

El proceso de observar algún sistema empresarial, industrial o económico en la realidad, formular una o más hipótesis relativas a su funcionamiento y reducir a un nivel de abstracción que permita la formulación de un modelo matemático que describa su comportamiento, de ningún modo constituye un proceso directo, debido a que los hechos económicos son extremadamente complicados, no obstante, se considera que la matemática constituye la forma más adecuada para investigarlos profundamente. Desde hace varias décadas los economistas han confiado en las ecuaciones diferenciales y ecuaciones de diferencia para modelar el comportamiento dinámico de los ciclos empresariales (Naylor, Th., 1982) y en la actualidad están recurriendo a la simulación como una técnica para su análisis numérico.

Los modelos para el computador se pueden elaborar tan complejos y realistas como lo permitan las teorías que utilicemos para construirlos. Las técnicas de simulación nos capacitan para obtener las consecuencias de los modelos, sin que tenga que ver el grado de complejidad involucrado en la formulación de tales modelos. En consecuencia, se pueden moldear las teorías económicas en modelos precisos, sin que existan distorsiones en los significados y conceptos contenidos en las teorías y, por otra parte, se puede determinar las descripciones del mundo real implicadas por dichas teorías (Box G., en Naylor Th., 1982).

Ya desde antes de la adopción de modelos de simulación por la economía, un subconjunto de modelos económicos, conocidos como modelos econométricos, había permitido las descripciones del mundo económico.

En un modelo econométrico observamos el sistema económico como si fuera un conjunto de ecuaciones simultáneas, mediante las cuales se expresan todas las interacciones que se producen entre las magnitudes económicas mensurables que dirigen el comportamiento económico. En este conjunto de ecuaciones, las variables se clasifican en dos tipos principales: las endógenas y las exógenas. Las primeras son las que están determinadas, en sentido restringido, por las fuerzas económicas... Las variables exógenas corresponden a las que representan las fuerzas que se encuentran fuera de los confines del sistema económico. Generalmente, los sistemas econométricos se interpretan como modelos cambiantes de período en período (Klein, L., en Naylor, Th., 1982).

Cualquiera de los valores de las variables endógenas se tratan como si efectivamente fueran variables exógenas. Se presupone que dichos valores están predeterminados, más por fuerzas exteriores que por aplicaciones primarias de los mecanismos especificados en el modelo. Consecuentemente, los resultados que se obtienen de los modelos econométricos corresponden a la determinación de las variables endógenas para un cierto período de tiempo. A fin de determinar dichos valores en el próximo período, se deberán asignar nuevos valores a las variables endógenas retrasadas. Por esta razón, la mayoría de los modelos econométricos deberán considerarse como los que determinan los cambios que tienen lugar en el mundo, de un período a otro (Cohen, K., en Naylor, Th., 1982).

Los modelos de simulación en computador de sistemas económicos o sistemas de procesos, difieren de los modelos econométricos tradicionales, principalmente porque el tratamiento de las variables endógenas es distinto. Las ecuaciones del modelo, conjuntamente con las trayectorias de tiempo observadas de las variables exógenas, se manipula como un sistema dinámico; en cada período, mientras que, los valores de las variables endógenas predeterminadas corresponden a los valores generados por el modelo, por lo que no coincidirán con los valores conocidos u observados actualmente.

En estos modelos se pueden trazar trayectorias de tiempo de cada variable endógena sobre períodos de tiempo muy extensos empleando un computador, en contraste con el trazado de trayectorias de tiempo que, para un solo período, se calcula cuando se utilizan modelos econométricos.

Una aplicación de este tipo de modelos en el campo empresarial lo constituyen los Juegos Gerenciales, como forma válida de representación de una industria donde actúan un grupo de empresas compitiendo en un mercado generalmente oligopólico.

II.2.4. Qué entendemos por Simulación Gerencial

Una aplicación de la simulación de sistemas en el área empresarial, lo constituye la Simulación Gerencial, técnica numérica para la experimentación con decisiones tomadas en las diferentes gerencias de una empresa, representadas en un modelo matemático implementado en un sistema computarizado, para la evaluación de diversas estrategias competitivas. Una forma de Simulación Gerencial, es conocida como Juegos Gerenciales, tema que trataremos a continuación.

II.3. JUEGOS GERENCIALES

Los cuales igualmente han sido definidos como:

“Un Juego Gerencial, se puede estimar como un estudio dinámico en el cual deben tomarse decisiones explícitas y después “experimentar” las consecuencias de las acciones realizadas. Se requieren ajustar las condiciones cambiantes del mercado y la actividad competitiva” (Montgomery, D.B., Urban, G., 1977).

“Los Juegos Gerenciales son una forma de simulación en la cual los humanos toman decisiones en varias etapas; de este modo, los juegos se distinguen por la idea de jugar. Los jugadores introducen al modelo información sobre sus decisiones, y el modelo simula interacciones entre el ambiente simulado y las decisiones de los participantes. Los resultados retroalimentan a los jugadores, después de los cual toman otro conjunto de decisiones, y el ciclo se repite” (Meier, R., y Cols, 1975).

Sin embargo, mi experiencia durante muchos años en el desarrollo y uso de un Juego Gerencial, difundido ampliamente tanto a nivel nacional como internacional, mediante el dictado de talleres inicialmente llamados “Taller de Simulación Empresarial” y más recientemente “Decisiones Gerenciales en escenarios de Competencia Empresarial”. El intercambio de opiniones en estos talleres, me orientó a definirlo, de una forma abreviada, como:

“Un Juego Gerencial es una abstracción a un mundo empresarial imaginario donde compiten equipos, en un ambiente generalmente oligopólico, tomando decisiones gerenciales en consenso que resaltan su desempeño grupal”.

Un Juego Gerencial es una forma de llevar a cabo una simulación interactiva empresarial, utilizando un sistema computarizado que resuelve un modelo matemático alimentado por un conjunto de datos, provenientes de decisiones gerenciales periódicas que reflejan su desempeño grupal. Un Juego Gerencial simula un ambiente empresarial dinámico, donde los participantes toman decisiones cada período, las cuales tienen, por lo tanto, clara incidencia en la transformación de las variables del sistema. Los Juegos Gerenciales han constituido, desde el propio momento de su desarrollo, una importante herramienta en el entrenamiento de ejecutivos y un instrumento de enseñanza en importantes universidades.

II.3.1. Reseña histórica de los Juegos Gerenciales

El primer Juego Gerencial ampliamente difundido fue el Top Management Decision Simulation, desarrollado por la American Management Association en 1956. La propia A.M.A. (por sus siglas en inglés) declaró que el juego había sido desarrollado a partir de los Juegos Militares; sin embargo, a pesar de esta clara relación es también evidente que los futuros desarrollos estuvieron influenciados por los avances de la Investigación de Operaciones y la Computación. El Juego de la A.M.A. introduce conceptos fundamentales, como la división de los jugadores en equipos, cada uno representando una empresa, pasando por el concepto de períodos de juego y los elementos básicos para la toma de decisiones. El desarrollo de este Juego, como los subsiguientes desarrollados en los años 60 y 70 estuvo limitado al ambiente de grandes computadores

(MainFrames) y requirió, como muchos otros casos, de la colaboración directa de grandes empresas de computación, entre las cuales I.B.M. jugó un importante papel, seguida de Remington Rand Univac (Watson, H., 1981). La implementación de estos Juegos en grandes computadores hacía altamente costoso y en buena medida complicado su desarrollo, sin embargo, el impacto que la aparición de los mismos causó en el mundo académico y empresarial fue tal que los juegos empezaron a sucederse uno tras otro. De esta forma fueron apareciendo, el Executive Game de la Universidad de California (primer Juego Gerencial desarrollado en una Universidad), el Management Decision-Making Game, desarrollado por I.B.M. Para 1975, un estudio de Strauss en los Estados Unidos mostró que más del 90% de las grandes universidades utilizaban algún juego en sus cursos. Entre los más populares, previos a la aparición de los computadores personales figuraban, además de los ya mencionados, el Finansim, el Imaginit, el Intop y el juego de la Universidad de Stanford. El grado de complejidad de unos y otros era variable y tanto este aspecto como la intención educativa y propiamente gerencial de cada juego fue determinando la estratificación de los Juegos Gerenciales en distintas áreas. Los primeros juegos estaban en su totalidad inclinados hacia el área de la Gerencia General, sin llegar a involucrarse en detalle con el ambiente productivo o de mercadeo. Esta tendencia de juegos generales abrió el camino para la aparición de juegos con propósitos más específicos y áreas de aplicación más restringidas; tal es el caso del OPRAD, desarrollado en la Universidad de Harvard y enfocado exclusivamente a la Gerencia de Investigación y Desarrollo de una empresa, o el juego Marketing Strategy Simulation Exercise, desarrollado por General Electric y aplicado al campo de la mercadotecnia. Sin embargo, la aparición de estos juegos más específicos, usualmente llamados juegos funcionales, lejos de relegar a un segundo plano a los Juegos Gerenciales, ha permitido apreciar la necesidad de considerar decisiones en otras áreas, tales como el reclutamiento y entrenamiento, las finanzas y la producción. Al tiempo, los juegos han alcanzado un alto grado de complejidad como el Marketing Analysis Training Exercise, desarrollado por el Tecnológico de Carnegie, que involucra hasta 300 decisiones por equipo, por período de juego, y el Total Market Environment Simulation, desarrollado por el Massachusetts Institute of Technology (Mongomery y Urban, 1980).

El advenimiento de los computadores personales ha creado un nuevo campo y una concepción para los Juegos Gerenciales. La drástica reducción de costo y la creación de nuevos ambientes y oportunidades de aplicación son quizás los aspectos más relevantes de este nuevo paso de la automatización de los Juegos Gerenciales. Efectivamente, juegos que antes estaban restringidos a un lugar y espacio para su aplicación, por lo difícil de su traslado al estar implementado en grandes computadores, hoy en día gracias al desarrollo de los computadores personales y portátiles, ésta no es una limitación para su difusión. La computación personal ha generado dos tendencias esenciales; Una, la traslación o traducción de juegos ya existentes en Mainframes a computadores personales, “tareas de complejidad y volumen de esfuerzo mayor al que podría suponerse en primera instancia” (Burkhard, D. L., p.32). La segunda tendencia puede ser apreciada en la aparición de un esfuerzo para la creación de nuevos juegos orientados hacia el microcomputador.

II.3.2. Tipos de Juegos Gerenciales

Los Juegos Gerenciales pueden ser separados en distintos tipos, según su orientación gerencial, grado de complejidad, interactividad y otros criterios, sin embargo, describiremos una clasificación complementando los criterios propuestos por Thorelli, H., 1966 y Watson H., 1981:

Juegos de Gerencia General, Juegos Funcionales y Juegos de Industria Específica

Los juegos de gerencia general, como su nombre lo indica, cubren casi todas las áreas funcionales de la empresa (mercadotecnia, finanzas, investigación y desarrollo, producción, etc). Los jugadores representan gerencias de alto nivel, tales como, la Gerencia General, Gerencia de Producción, Gerencia de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Recursos Humanos, Gerencia de Mercadotecnia, así como, dependiendo del número de jugadores que conforman cada equipo, gerencias de un nivel inferior como las Gerencias de Ventas, Control de Calidad, Distribución, Promoción, entre otros.

Los Juegos Funcionales, están orientados a un área específica, tal como la Investigación y Desarrollo, Mercadotecnia o Finanzas.

Los Juegos de Industria Específica, están orientados a un campo industrial específico, tal como, la industria del calzado, la industria automotriz o la industria de los microcomputadores.

Juegos Simples y Juegos Complejos

Los Juegos gerenciales pueden variar sustancialmente en su nivel de complejidad. Algunos juegos sólo requieren unas tres o cuatro decisiones, mientras que otros, de gran complejidad, pueden requerir de 100 a 300 decisiones por período, tales como el Tech Management Game y el Marketing Analysis Training Exercises. En general los juegos simples tienden a procurar impartir uno o dos conceptos o principios gerenciales, mientras que los más complejos abarcan un mayor espectro de habilidades gerenciales.

Juegos Interactivos y Juegos No Interactivos

El grado de interacción que exista, en un Juego Gerencial, entre los diferentes equipos competidores y la posibilidad de interactuar con el sistema en cada período, ha permitido clasificar los juegos gerenciales en interactivos y no interactivos. Cuando no existe interacción entre las decisiones de los jugadores, éstas dependen más del proceso analítico para tomarlas que de las acciones de competencia. En consecuencia, los juegos no interactivos son usados con frecuencia para enseñar conceptos, principios y métodos de análisis básicos, mientras que los juegos interactivos permiten a los competidores *interactuar* con el sistema computarizado, introducir decisiones y obtener, producto de la resolución automatizada del modelo matemático, resultados en forma gráfica y reportes, para su análisis en equipo.

Juegos Determinísticos y Juegos Probabilísticos

La mayoría de los Juegos Gerenciales conocidos, presentan un ambiente donde el resultado está *determinado* exclusivamente por las mismas decisiones de los equipos participantes. No obstante, en la realidad la industria en su totalidad o una empresa en particular puede ser afectada por un acto fortuito, de fuerza mayor u ocasionado por la

misma sociedad o gobierno, las cuales pueden generar con cierta probabilidad la ocurrencia de fenómenos, tales como: huelga de obreros, protesta de los consumidores, golpe inflacionario, ocurrencia de un fenómeno natural, entre otros.

Juegos Manuales y Juegos Computarizados

Existen Juegos de toma de decisiones gerenciales, donde los jugadores no pasan de usar alguna calculadora o una simple hoja de cálculo, sin embargo, todos aquellos que utilicen modelos matemáticos, de cierta complejidad, requieren ser implementados en un computador digital para, facilitar su resolución de las ecuaciones por métodos numéricos, manejo de base de datos, graficación y producción automatizada de reportes por empresa y de la industria total.

Juegos Individuales y Juegos por Equipo

Aunque algunos juegos pueden ser jugados en forma individual, lo más recomendable, es su realización en equipos que representen una empresa, donde cada miembro de un equipo representa una de estas gerencias: finanzas, recursos humanos, producción, mercadotecnia, investigación y desarrollo, entre otras. El tamaño de cada equipo es importante; si éste es muy grande puede resultar difícil obtener consenso en las decisiones; si sólo unos toman las decisiones, esto puede ocasionar pérdida de interés en algunos de los participantes; a su vez, si el número de integrantes de un equipo es muy pequeño, puede ocurrir que no estén representadas las gerencias más relevantes en la toma de decisiones. Por otra parte, el número de equipos participantes no debe ser muy grande, para que no resulte muy lento el proceso de introducción de decisiones en el sistema computarizado, así como, la impresión y entrega de resultados.

II.3.3. Popularidad de los Juegos Gerenciales

Los Juegos Gerenciales se han ido incorporando regularmente como cursos de gerencia en muchas universidades, especialmente en Norteamérica. Un estudio realizado por Faria, A. J., 1987, en universidades y empresas norteamericanas señala que el 95,10%

de las mismas utilizan algún tipo de simulación empresarial o gerencial. Este estudio también reporta el uso de 23 juegos en 1490 institutos. Entrevistas realizadas, por Faría y sus colaboradores, a una muestra significativa de de más de 1300 profesores, usuarios o no de juegos gerenciales, señala, en una escala del 1 al 10, que los Juegos Gerenciales obtuvieron un puntaje de 7.8 de efectividad como herramienta de enseñanza, sólo superados por los estudios de casos prácticos reales que obtuvieron 8,2 puntos. Al restringir la muestra a sólo usuarios de Juegos Gerenciales, el orden se invertía quedando los Juegos Gerenciales como la herramienta de mayor efectividad, por encima de textos, clases magistrales y estudio de casos prácticos reales.

Por su parte, en el área empresarial para el entrenamiento de sus ejecutivos, son conocidos los esfuerzos y desarrollos concretos efectuados por varias de las más grandes empresas norteamericanas e incluso del mundo. Tal es el caso de I.B.M., General Electric, Procter & Gamble, Esso, Remintong y la compañía Boeing, entre otras. Esto sin contar empresas que no han desarrollado Juegos Gerenciales pero que los usan constantemente, bien sea mediante la contratación de servicios o enviando a sus ejecutivos a universidades donde estos juegos se imparten como cursos de gerencia.

EL mencionado estudio de Faria, también señala, que el 55.3% de las empresas norteamericanas grandes, con más de 1000 empleados, utilizan algún tipo de *simulación empresarial* en sus programas de entrenamiento inicial y entrenamiento sobre la marcha.

En cuanto a los programas de desarrollo ejecutivo, llevado a cabo por ciertas organizaciones, puede decirse, no sólo que cada vez son más frecuentes, sino que han sido creados institutos que cuentan con esos programas entre sus principales labores, como es el caso de la Asociación de Simulación y Juegos.

En países en vía de desarrollo y en especial en Latinoamérica, el uso de los Juegos Gerenciales ha sido más restringida, probablemente por factores tales como: la poca o nula difusión de estas herramientas de enseñanza, el apego a un paradigma en la enseñanza, la deficiente integración de profesores de las ciencias económicas y sociales, con excelentes bases teóricas en ciencias gerenciales, con ingenieros y matemáticos con formación en modelado y simulación de sistemas. En el campo de la investigación de

operaciones, el modelado y la simulación de sistemas, puede ofrecer un aporte importante en el desarrollo de modelos suficientemente realistas.

Con frecuencia son mencionadas dos razones para el uso de estos Juegos como herramienta de entrenamiento. En primer lugar, surge la diversión que encierran, lo que lejos de constituir una desviación de los propósitos del trabajo, lleva un gran involucramiento y desarrollo del espíritu competitivo. Gran cantidad de usuarios y creadores de Juegos Gerenciales estiman que algunos programas educativos pueden ser enseñados más eficazmente por medio de esta herramienta.

II.3.4. Otras aplicaciones de los Juegos Gerenciales

Los Juegos Gerenciales no sólo deben estar limitados en su aplicación a la formación estudiantil y entrenamiento empresarial, ya que los mismos pueden ser utilizados como una herramienta de investigación, en especial en el estudio del comportamiento humano, en el ámbito empresarial, de los individuos dentro de un grupo de trabajo, así como también, para el estudio de las interrelaciones grupales dentro de una organización empresarial.

Otros aportes de los Juegos Gerenciales, que merece mencionar, son: la evaluación de modelos econométricos, la experimentación de estrategias empresariales, la evaluación de personal, la motivación, la actitud y aptitud del personal, la capacidad de consenso para el trabajo en equipo, la habilidad para la toma de decisiones gerenciales, el manejo del riesgo, la planificación a corto y mediano plazo, y la reacción que experimentan los participantes ante las consecuencias de sus decisiones. Todo esto, sin obviar la naturaleza dinámica, variante y en ocasiones aleatoria de los Juegos Gerenciales, por lo que cualquier estrategia derivada de su uso debe ser suficientemente puesta a prueba.

II.3.5. Ventajas de los Juegos Gerenciales

Como se ha podido apreciar, tanto en el campo educativo como en el empresarial, los Juegos Gerenciales ofrecen muchas ventajas para la formación de ejecutivos, así como, para fomentar el trabajo en equipo, la capacidad de consenso, el manejo del riesgo y la

planificación a corto y mediano plazo, sin embargo, a fin de complementar estas observaciones personales, citaremos algunas publicadas por Gernert, H. R., 1986:

- Los Juegos Gerenciales permiten a los facilitadores mostrar a los participantes, lo importante que es que cada empleado comprenda su rol como parte del sistema, así como el rol de cada empresa para el mejor desempeño de la industria.
- Los Juegos gerenciales aumentan la conciencia individual de cada empleado como miembro de un equipo gerencial en la vida real. La comprensión del sistema global y de cada subsistema, acompañadas del trabajo en equipo conducen a la comprensión de la importancia de los equipos gerenciales en la búsqueda del éxito de cada empresa.
- Los Juegos Gerenciales dan a los participantes la posibilidad de autoanálisis y la introspección.
- Los Juegos Gerenciales desarrollan en los participantes habilidades específicas para la toma de decisiones.
- Los Juegos Gerenciales fomentan en los participantes el uso de recursos limitados para alcanzar sus objetivos.

II.3.6. Difusión de los Juegos Gerenciales

Ante la curiosidad por el Uso que ha tenido los Juegos Gerenciales en Norteamérica, o al menos que se ha publicado en artículos científicos o en forma de Libro, encontramos, citando a Masa, R., que *“Una publicación aparecida en el “Journal de Marketing” en 1962, sobre juegos de simulación de marketing listó 29 aplicaciones, de los cuales 20 habían sido desarrollados por firmas comerciales para propósitos de entrenamiento gerencial y 9 por académicos para enseñanza universitaria. El “Business Game Handbook”, publicado en 1969, relacionó cerca de 200 juegos de negocios de todas las variedades, mientras que la “Guide to Simulation/Games for Education and Training (1980)” provee descripción de 228 juegos de simulación de negocios”* (Masa, R., 2012).

A partir de los años 80, han surgido organizaciones dedicadas al estudio y difusión de los Juegos Gerenciales, tales como, la Association for Business Simulation and Gaming Association, la North American Simulation and Gaming Association, el National Gaming Council y la International Simulation and Gaming Association. Por otra parte, así mismo, existen organizaciones dedicadas exclusivamente a la publicación de artículos relacionados con los juegos de simulación, tales como, la revista “Simulation and Games”, y el “Journal of Experiential Learning and Simulation”.

II.3.7. Simuladores actuales más reconocidos

La revisión de diversos libros de simulación de sistemas y técnicas de simulación, algunos de ellos citados anteriormente, nos ha permitido observar que en su mayoría tratan al menos un capítulo sobre Juegos de Negocios o Juegos Gerenciales, donde hacen referencia a Simuladores Computarizados, desarrollados principalmente en Estados Unidos, con el inconveniente que estos libros han sido publicados durante los últimos 30 años del siglo XX. Por otra parte la revisión de publicaciones en artículos científicos, publicados en el presente siglo, en su mayoría hacen un recuento histórico del desarrollo de Simuladores y en algunos casos comentan resultados de algunas experiencias educativas, más no citan específicamente que Simulador utilizaron.

Indagando un poco mas encontramos que Michelsen LABSAG LTD. (www.labsag.co.uk) empresa británica con sede en Londres quien ha desarrollado, el Laboratorio de Simulación en Administración y Gerencia (LABSAG), una plataforma de diez simuladores, operada por Internet, entre los cuales podemos nombrar: SIMDEF (Gerencia Financiera), MARKESTRATED (Marketing Estratégico), SIMPRO (Gerencia de Producción), MARKLOG (Marketing y Logística B2B) y TENPOMATIC (Gerencia General Integral). Simuladores que utilizan en Encuentros Internacionales donde participan, online, equipos integrados por estudiantes de cualquier Universidad a nivel mundial. Integrando equipo con 4 estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Los Andes, Venezuela, participamos en “Reto Internacional LABSAG Mayo 2019” realizado del 20 de mayo al 01 de junio 2019.

Análogamente, en los Estados Unidos, en la Universidad de Pensilvania se creó el Learning Lab, que cuenta con más de 20 juegos gerenciales clasificados en las áreas de economía, gerencia, mercadotecnia y operaciones, apoyados en una reconocida labor investigativa y de mejoramiento continuo en las aplicaciones de sus simuladores de negocios (Plata, J., 2008, en Plata, J., Morales, M., & Arias, M., 2009).

En Latinoamérica, el Centro de Simulación Empresarial del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Este centro ofrece un portafolio de nueve juegos gerenciales de tipo *general y específico*, los primeros son aplicados tanto en pequeñas y medianas empresas como en multinacionales, y los específicos se han desarrollado para afianzar conocimientos y destrezas en las áreas de mercadeo, recursos humanos y finanzas (Plata, J., 2008).

En Venezuela, no conocemos otro simulador que haya sido desarrollado; nuestro simulador ha sido presentado en la Universidad de Los Andes, durante el dictado del Taller "*Decisiones Gerenciales en escenarios de Competencia Empresarial*" en Jornadas de Investigación de Operaciones organizadas por la Escuela de Ingeniería de Sistemas, Cursos de Decisiones Gerenciales de la Escuela de Administración, Postgrado de Propiedad Intelectual; en la Universidad de Carabobo en el Postgrado de Gerencia y como actividad más sobresaliente se realizó en Mérida, una *Competencia Académica de Juegos Gerenciales* donde participaron equipos de estudiantes en representación de: la Universidad de Los Andes, Universidad de Carabobo, Universidad de Oriente, Universidad Metropolitana, resultando ganador el equipo de la Universidad de Carabobo.

II.4. MINERÍA DE DATOS (DATA MINING)

II.4.1. Qué entendemos por Minería de Datos

Empecemos aclarando que el término Minería de Datos proviene del término inglés Data Mining, por lo que los usaremos indistintamente. En una simple definición podemos decir que La Minería de Datos o Data Mining es una tecnología conformada por técnicas, métodos y algoritmos para la extracción de patrones de comportamiento y tendencias en grandes volúmenes de datos. La Minería de Datos facilita la obtención de información a

partir de datos y de ésta generar conocimiento que de soporte a la toma de decisiones. Se apoya en tres grandes disciplinas como lo son la estadística aplicada, la inteligencia artificial y la computación aplicada.

Intentando documentarnos acerca de su evolución encontramos que la idea de utilizar una tecnología para el estudio de datos no es nueva. Ya en los años sesenta se utilizaban términos como data fishing y data archaeology, vinculados a la búsqueda de correlaciones en bases de datos sin tener una hipótesis previa. A finales de los años setenta y comienzos de los ochenta, autores, entre los que podemos mencionar a Gio Wiederhold, Rakesh Agrawal, Gregory Piatetsky-Shapiro y Rakesh Agrawal fueron consolidando el término Knowledge Discovery in Databases (Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos) más conocida como KDD, y el término Data Mining (Minería de Datos). El KDD es básicamente un proceso metodológico en el que se aplican un conjunto de técnicas y métodos, matemáticos, estadísticos y de inteligencia artificial, encapsulados en algoritmos computacionales, sobre una base de datos, para la obtención de conocimiento (patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y principalmente entendibles, en forma de reglas o funciones) para que el usuario lo analice y tome decisiones, por lo tanto, el KDD implica que el analista de datos o equipo (científico de datos) tenga un profundo conocimiento del área de estudio y para el trabajo propiamente dicho de Data Mining, un profundo conocimiento técnico.

Estos términos, KDD y Data Mining, suelen ser utilizados como sinónimos, pero en realidad la Data Mining es parte del proceso de KDD (véase Figura 2.4.1).

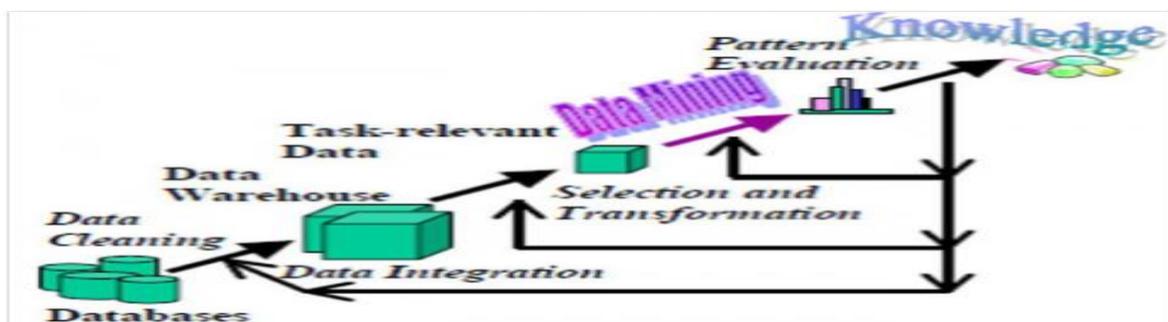


Figura 2.4.1. Data Mining como parte del proceso KDD

Fuente: Centro Europeo de Postgrado, 2020, *Origen del Data Mining* ([www.https://www.ceupe.com/blog/origen-del-data-mining.html](https://www.ceupe.com/blog/origen-del-data-mining.html))

II.4.2. Metodologías para proyectos de Minería de Datos

Desde la aparición del Data Mining en los años 80, diferentes investigadores han desarrollado metodologías para la aplicación de esta tecnología, entre las que se destacan:

- **Metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining)** creada por el grupo de empresas SPSS, NCR y Daimler Chrysler en el año 2000.
- **Metodología SEMMA (Sample Explore Modify Model and Assess.** creada por el SAS Institute en 1998.
- **Metodología Catalyst**, conocida como P3TQ (Product, Place, Price, Time, Quantity) propuesta por Dorian Pyle en el año 2003.
- **Metodología Six-Sigma**, creada en 1988 por el ingeniero Bill Smith, de Motorola. Mejorada y popularizada por General Electric.

En Alquino, A. A. y cols., 2015, encontramos el siguiente cuadro comparativo de estas metodologías.

Tabla 2.4.1. . Comparativa entre las metodologías tradicionales de minería de datos

	KDD	CRISP-DM	SEMMA	Catalyst	Six Sigma
Fases	<ul style="list-style-type: none"> • Integración y recopilación • Selección, limpieza y transformación • Minería de datos • Evaluación e interpretación • Difusión y uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Entendimiento del negocio • Entendimiento de los datos • Preparación de los datos • Modelado • Evaluación • Despliegue 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo • Exploración • Modificación • Modelado • Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de los datos • Modelado • Refinar el modelo • Implementar el modelo • Comunicación de resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición • Medición • Análisis • Mejora • Control
Etapas iterativas	Si	Si	No	Si	No
Elección de herramientas	Libres y comerciales	Libres y comerciales	Comerciales	Libres y comerciales	Libres y comerciales
Tipo de evaluación del resultado	Basado en los objetivos del proyecto	Basado en el modelo y los objetivos del proyecto	Basado en el modelo	Basado en los objetivos del proyecto	Basado en el modelo
Diseñada para minería de datos	Si	Si	Si	Si	No
Año de publicación	1996	1999	1998	2003	1986

Fuente: Alquino, A.A. y cols, 2015, Hacia un nuevo proceso de minería de datos centrado en el usuario, Pistas Educativas, No. 114, Diciembre 2015. México, Instituto Tecnológico de Celaya.

Un estudio publicado en el año 2007 por la comunidad KDnuggets (Data Mining Community's Top Resource), muestra a la Metodología CRISP-DM como la más utilizada.

II.4.2. Aportes a las Decisiones Gerenciales

La generación de ingentes cantidades de datos en diferentes ámbitos de la sociedad no es nada nuevo, pero si el almacenamiento y procesamiento de esta “materia prima” para la obtención de información a medida que la tecnología sigue avanzando. No obstante, en muchos casos, al menos en el campo empresarial, de interés en el presente trabajo, en muchas empresas se generan y almacenan datos pero no todas hacen estudios de minería de datos que proporcionen un verdadero conocimiento para la toma de decisiones. “En el momento que el usuario les atribuye algún significado especial pasan a convertirse en información. Cuando los especialistas elaboran o encuentran un modelo, haciendo que la interpretación conjunta entre la información y ese modelo represente un valor agregado, entonces nos referimos al conocimiento” (Virsedá, F., Carrillo, J., 2017).

Existen numerosas áreas donde la minería de datos se puede aplicar, entre éstas tenemos todas las actividades humanas que generen datos, tales como: Comercio y Banca, Medicina y Farmacia, Seguridad y detección de fraude, Astronomía, Geología, Ciencias Ambientales, Ciencias Sociales, etc. Dado el objetivo del presente trabajo, es de nuestro interés las aplicaciones en empresas productoras y comercializadoras de productos, pertenecientes a una industria común. En base a esto, citaremos aplicaciones en Mercadotecnia (promoción, producto, precio, distribución), Producción y Mantenimiento, Investigación y Desarrollo, Reclutamiento y Entrenamiento.

Mercadotecnia: Conocer el comportamiento de los clientes de una empresa para la selección de productos, sus necesidades y deseos, tendencias de compra, entre otras variables, puede generar conocimiento que de base a las políticas de marketing de la empresa. Esto puede obtenerse con una adecuada aplicación de Minería de Datos, cuya aplicación de los resultados por parte de la Gerencia de Mercadotecnia conlleve a una mejor fidelización de los clientes actuales, atracción de nuevos clientes y ampliación del porcentaje de mercado.

Producción y Mantenimiento: Disponer de datos almacenados en un medio físico, contentivo de históricos de fallas, acciones correctivas y preventivas, niveles de producción alcanzados, inventarios de materia prima y de productos elaborados, requerimientos de equipos y personal especializado, entre otros factores influyentes en la producción, puede ser utilizada en estudios de Minería de Datos para generar conocimiento que de soporte a la toma de decisiones gerenciales cuya implantación conlleven a una mejora substancial en la eficacia y eficiencia del sistema productivo establecido.

Investigación y Desarrollo: La necesidad constante de innovación tecnológica de la empresa para mantenerse en el mercado en una posición sobresaliente, obliga a la Gerencia a mejorar sus productos. Ante esta necesidad, la Gerencia debe realizar importantes inversiones en investigación y desarrollo. En todas las etapas del proceso productivo, la investigación puede ayudar a identificar problemas claves y a evitar cometer errores costosos, no tanto financieros sino en pérdida de mercado. En base a la información detectada por la Gerencia de Mercadotecnia sobre necesidades y deseos de los clientes, y de información suministrada por la Gerencia de Producción sobre capacidades y limitantes del proceso productivo, la Gerencia de Investigación y Desarrollo debe investigar y aportar lineamientos a la Gerencia de Producción para la fabricación de los productos mejorados y/o nuevos productos patentables. En estos casos, la Minería de Datos puede aportar conocimiento sobre nuevos materiales que deban utilizarse, mejoras en el proceso productivo para reducir costos y/o mejorar la calidad de los productos.

Reclutamiento y Entrenamiento: Las diferentes actividades que deben realizarse en las diferentes gerencias de la empresa, requieren de personal entrenado, no obstante, aunque algunas actividades son rutinarias (operadores de equipos, personal administrativo, mantenimiento, entre otras) y no requiere cambios significativos, otras inherentes a la Investigación y Desarrollo, Producción, Control de Calidad, por ejemplo, requieren de una adecuada selección. Un estudio con Minería de Datos (utilizando redes neuronales y lógica difusa) puede ayudar en base a cualidades requeridas para un determinado trabajo, a descubrir patrones de comportamiento en los empleados actuales,

sus necesidades de capacitación u orientar la captación y selección de nuevo personal. Es muy común encontrar en los históricos de las empresas, datos difusos, lo cual requiere de técnicas sofisticadas para su tratamiento. Como una experiencia personal, en la selección de personal de ventas, podemos citar a Mejía, E., Dávila, L.A., 2010, donde se utilizó la técnica neuro-difusa adaptativa ANFIS, para ajustar los parámetros de las funciones de pertenencia de un sistema de inferencia difuso del tipo Takagi-Sugeno-Kant, utilizando el método de agrupamiento substractivo para generar automáticamente las reglas de inferencia de dicho sistema.

II.5. APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (MACHINE LEARNING)

II.5.1. Qué entendemos por Machine Learning

Iniciemos definiendo lo que entendemos por “MACHINE LEARNING”. Una simple y ligera traducción sería “aprendizaje automático”, no obstante, una extensa revisión bibliográfica y netgráfica al respecto nos lleva a evitar su traducción literal. Es más consensual ver el Machine Learning como el subconjunto de la Inteligencia Artificial (IA) o como una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial, desarrollada para crear sistemas, basados en algoritmos computacionales, que aprenden automáticamente. Esta disciplina se centra en la identificación, análisis e interpretación de patrones y estructuras de datos, obtenidos previamente, por ejemplo, con Minería de Datos (Data Mining), que hacen posible el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones sin intervención humana. Mientras que el Data Mining descubre patrones anteriormente desconocidos, el Machine Learning se usa para reproducir patrones conocidos y hacer predicciones basadas en dichos patrones.

Es confuso decir que la máquina (computador) aprende, cuando en realidad aprende es el algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros. Dicho de otro modo, el Machine Learning permite que el usuario alimente un algoritmo informático con una cantidad ingente de datos, a partir de los cuales un sistema o aplicación computacional analizará toda la información y generará conocimiento (autoaprendizaje), y hará recomendaciones dando soporte a la toma de decisiones. Los

resultados obtenidos, realimentan a su vez el sistema de manera que el algoritmo pueda incorporar esa información para mejorar la toma de decisiones futuras.

II.5.2. Aportes a la Gerencia Empresarial

Una empresa puede tener las mejores tecnologías para la producción y/o prestación de servicios, infraestructura, presupuesto, recursos humanos altamente capacitados, entre otras virtudes, pero si no tiene suficientes clientes satisfechos con el producto o servicio recibido está condenada al fracaso. El conocimiento que se tenga de los clientes actuales y potenciales es clave para su permanencia y fidelidad. Este conocimiento puede obtenerse mediante estudios exploratorios de datos que conlleven a la obtención de patrones, tendencias o reglas que expliquen el comportamiento de los datos en un contexto específico. Generalmente estos datos suelen ser voluminosos y requieren de herramientas computacionales para su procesamiento. En este sentido, como ya se ha explicado antes, técnicas, métodos o herramientas de la Estadística Aplicada, Inteligencias Artificial, Data Mining y el Machine Learning pueden complementarse con excelentes resultados para la toma de decisiones gerenciales.

Son innumerables las aplicaciones de Machine Learning que se pueden realizar y que se están realizando en diversos ámbitos de la sociedad, en especial en el ámbito empresarial, en empresas productoras y comercializadoras de productos o prestadoras de servicios. Estas aplicaciones pueden conducir a los directivos de la empresa a detectar patrones de comportamiento, bien sea para la captación de nuevos clientes, evitar pérdidas de clientes o simplemente mejorar la satisfacción de sus clientes actuales. Dado el carácter investigativo de interés en el presente trabajo, es decir, dentro del contexto de Business Administration, algunos de estas aplicaciones empresariales, serán tratadas más adelante. Por ahora tomaremos como ejemplo una empresa prestadora de servicios de telefonía la cual tiene datos históricos de sus clientes, debidamente organizados y almacenados: planes contratados, antigüedad como clientes, consumo diario, forma de pago, moras en pagos, cortes del servicio, reclamos y/o consultas al servicio de atención al cliente, cambios de planes realizados, suspensiones temporales del servicio, voluntarias o por falta de pago y retiros voluntarios. Con estos históricos la empresa

puede realizar directamente un estudio de Data Mining y obtener patrones de comportamiento y tendencias de sus clientes. Luego, con Machine Learning puede predecir que clientes podrían darse de baja en el servicio contratado, y de forma automática gestionar la mejor forma de evitarlo. Todo esto sin la intervención de un empleado.

Así también, por ejemplo, los patrones de comportamiento de los clientes de una empresa de venta de libros online, obtenidos al procesar con Data Mining datos históricos de las compras de libros realizadas, puede ser utilizada para generar conocimiento sobre el comportamiento de sus clientes actuales en sus procesos de compra (historial de compra, categorías de títulos visitados,...). Un algoritmo de autoaprendizaje de Machine Learning, puede utilizar este conocimiento aprendido y de forma automática hacer recomendaciones a clientes nuevos que visiten el sitio web. Es decir, con el Machine Learning, la empresa puede, basándose en patrones y el conocimiento obtenido por autoaprendizaje, alcanzar una mejor fidelización de sus clientes, mediante acciones automáticas, es decir sin la intervención humana.

II.5.3. Beneficios Empresariales del Machine Learning

Un gran número de algoritmos de Machine Learning han recibido un reconocimiento notable en la comunidad de análisis de negocios. Ha existido un gran auge en el Machine Learning debido al aumento y fácil acceso a los datos, el procesamiento computacional económico y el almacenamiento razonable, por lo que, las organizaciones están optando por la utilización de tecnologías de aprendizaje automático en sus procesos comerciales (HIXSA, 2018).

Apoyándonos en los artículos publicados por HIXSA, 2018 y ANDALUCIA ES DIGITAL, 2019, complementaremos los siguientes beneficios:

- **Mejoras en la fidelización de los clientes.** Un mayor conocimiento de las necesidades, gustos y hábitos de compra de los clientes representa un valor agregado importante para la empresa, sobre todo en la actualidad donde las ventas online tienden a crecer significativamente con los avances tecnológicos y

el marketing digital. El consumidor online no es fiel como lo era el tradicional, es mucho más activo que el consumidor presencial al estar hiperconectado_a través de cualquiera de sus dispositivos. El Machine Learning facilita la obtención de conocimiento sobre estos clientes, a través del autoaprendizaje aportado por los patrones de comportamiento detectados.

- **Mejora de la relación y de la comunicación con el cliente.** El cliente digital vigila y está permanentemente al tanto de la reputación online de la empresa para decantarse por sus productos o servicios. El cliente online exige respuesta cercana porque la calidad no sólo está en el producto, sino en la atención y el trato que reciba de parte del negocio donde realiza sus compras online. A través del Machine Learning, la empresa puede dar respuestas automáticas acertadas al cliente.
- **Predicción de tendencias y necesidades.** Al observar los patrones de compra y navegar a través de los historiales de compra, las empresas minoristas pueden ofrecer el mejor producto o servicio personalizado a clientes individuales y mejorar los pronósticos de demanda (HIXSA, 2018).
- **Desarrollo del e-commerce.** Mediante el análisis del comportamiento de los consumidores, la empresa puede mejorar el marketing, suministrando, a través de internet, información de sus productos y/o servicios, lo cual conllevará a mejoras en la promoción, distribución y ventas.
- **Mejora y optimización de los procesos de selección de personal.** Una empresa puede beneficiarse del Machine Learning no sólo mediante el estudio de patrones de comportamiento de sus clientes, sino que estas experiencias pueden ser aplicables en la captación y selección de recursos humanos, basándose en el histórico de datos pertenecientes al personal que ha laborado o labora en la empresa.

- **Análisis más preciso y certero de los mercados.** Las necesidades, intereses y gustos de los consumidores siempre han sido muy diversos, y por ende, una de las funciones básicas del marketing es detectarlas para su satisfacción por parte de las empresas. No basta con ofrecer un producto de buena calidad, un precio competitivo y facilidades para su adquisición. La segmentación del mercado es necesaria y conveniente, por eso, es importante la identificación de segmentos homogéneos con rasgos y características similares. Es aquí, precisamente donde el Machine Learning puede ser de gran ayuda para la segmentación de los mercados, al permitir a las compañías conocer mejor a sus clientes al detectarles patrones de comportamiento o características comunes en diferentes aspectos.

II.5.4. Tipos de Algoritmos de Machine Learning

Iniciemos definiendo lo que entendemos por “ALGORITMO”. En una revisión básica, encontramos en www.definicion.de, que “se denomina algoritmo a un grupo finito de operaciones organizadas de manera lógica y ordenada que permite solucionar un determinado problema. ... Se trata de una serie de instrucciones o reglas establecidas que, por medio de una sucesión de pasos, permiten arribar a un resultado o solución”.

Si bien los algoritmos suelen estar asociados al ámbito matemático, no siempre implican la presencia de números. Asimismo, tampoco podemos pasar por alto que los algoritmos se suelen expresar a través de lenguajes de programación, pseudocódigo, el lenguaje natural y también a través de los conocidos como diagramas de flujo.

En cuanto a su uso, en su forma más básica, el aprendizaje automático utiliza algoritmos programados que reciben y analizan datos de entrada para predecir los valores de salida dentro de un rango aceptable. Para el desarrollo de estos algoritmos, el analista o científico de datos, requiere conocer bien métodos estadísticos. Estos algoritmos, una vez programados, implementados y alimentados con datos realizan un grupo finito de operaciones organizadas de manera lógica y ordenada para identificar patrones de comportamiento y producir como resultado una predicción de soporte a la toma de decisiones.

A medida que se introducen nuevos datos, estos algoritmos, aprenden y optimizan su funcionamiento, desarrollando con el tiempo “inteligencia”

Habiendo discernido un poco sobre lo que son los algoritmos, procederemos a explicar, aunque sea brevemente los tres tipos de algoritmos que utiliza el Machine Learning, dependiendo del tipo de Aprendizaje que se realice. Así, encontramos en ADP, 2019:

Algoritmos para Aprendizaje Supervisado

En el aprendizaje supervisado, el algoritmo de Machine Learning, recibe del operador un conjunto de datos válidos y conocidos pertenecientes a las entradas pertinentes y salidas deseadas, con lo cual el algoritmo debe encontrar un método que permita determinar cómo llegar a esas entradas y salidas.

En este tipo de aprendizaje, el algoritmo identifica patrones en los datos, hace predicciones, es corregido por el operador y va aprendiendo hasta alcanzar un alto nivel de precisión y rendimiento.

Algoritmos para Aprendizaje No Supervisado

Este tipo de aprendizaje es más complejo, al no haber respuestas conocidas ni un operador que proporcione instrucción. El sistema programado debe ser capaz de procesar, interpretar, organizar en grupos y analizar los datos disponibles para determinar relaciones y correlaciones entre variables.

A medida que se procesen más datos, la capacidad del algoritmo para tomar decisiones sobre estos datos mejora gradualmente y va refinando el aprendizaje.

Algoritmos para Aprendizaje por refuerzo

Este tipo de aprendizaje está basado en reglas y un proceso de ensayo y error. El operador proporciona al algoritmo un conjunto de acciones, parámetros y valores de respuesta finales. Al tener definidas las reglas, el algoritmo explora opciones y posibilidades, monitorea y evalúa cada resultado y determina cual es el óptimo. Para ello, el algoritmo aprende de experiencias pasadas y comienza a adaptar su enfoque en respuesta a la situación para lograr el mejor resultado posible.

II.5.5. Algoritmos Estadísticos utilizados en Machine Learning

Puede afirmarse que cada algoritmo utilizado por el Machine Learning, computacionalmente alimentado por datos relevantes, resuelve un modelo estadístico matemático que puede ser clasificativo o predictivo. Por eso, dependiendo del tipo de datos que se disponga y el objetivo del estudio puede utilizarse una o más de las siguientes técnicas:

Algoritmos basados en Análisis de Regresión

La palabra regresión fue utilizada por primera vez por Sir Francis Galton en 1877 en su estudio de los factores hereditarios. Análisis de Regresión es una técnica estadística que permite modelar la relación entre una variable independiente y una variable dependiente (regresión lineal) o entre una variable dependiente y varias variables independientes (regresión múltiple), utilizando una medida de error que se intentará minimizar de forma tal que el modelo matemático (ecuación de regresión) obtenido permita realizar predicciones de la variable dependiente “lo más acertadas posibles”. A esta ecuación también se le conoce como ecuación predictiva o ecuación de pronóstico (Mason, R.D., Lind, D.A., 1998). Los algoritmos más utilizados son:

- Regresión lineal
- Regresión múltiple
- Regresión logística

Algoritmos basados en Instancias

También llamados Algoritmos “Ganador se lleva todo” y “aprendizaje basado-en-memoria”, resuelven un modelo creado a partir de una base de datos, luego se agregan nuevos datos comparando su similitud con las muestras ya existentes hasta encontrar “la mejor pareja” y hacer la predicción. Los Algoritmos basados en instancia más usados son:

- k-Nearest Neighbor (kNN) – Nuevo
- Self-Organizing Map

Algoritmos basados en Árboles de Decisión

Un Árbol de Decisión (o Árboles de Decisión) es un método analítico que utiliza una representación esquemática de las alternativas disponibles. Facilita el análisis y la toma de mejores decisiones, especialmente cuando existen riesgos, costos, beneficios y múltiples opciones. El nombre se deriva del parecido del modelo a un árbol y su uso es amplio en el ámbito de la toma de decisiones bajo incertidumbre (GeoTutoriales, 2016). Los algoritmos basados en árboles de decisión más usados son:

- Árboles de Clasificación y Regresión (CART)
- Random Forest

Algoritmos basados en el Teorema de Bayes

El teorema de Bayes, es una proposición de gran utilidad dentro de la teoría de la probabilidad, planteada por Thomas Bayes, publicada póstumamente en 1763. Este teorema sirve para indicar cómo debemos modificar probabilidades subjetivas cuando en un experimento se dispone de información adicional. La aplicación de estadística bayesiana está abriendo nuevas formas de aprendizaje al permitir revisar estimaciones basadas en conocimientos subjetivos a priori. Los Algoritmos basados en el Teorema de Bayes más usados son:

- Naive Bayes
- Gaussian Naive Bayes
- Multinomial Naive Bayes
- Bayesian Network

Algoritmos basados en Cluster Analysis

El Cluster Analysis o Análisis de Comglomerado, es una técnica estadística multivariante de gran utilidad para agrupar variables u observaciones en subgrupos fuertemente interrelacionados. Permite agrupar elementos con características similares buscando la máxima homogeneidad en cada grupo, pero a su vez, con máxima diferencia entre los grupos. Los Algoritmos basados en Cluster Analysis más usados son:

- Cluster Analysis K-Means
- Cluster Analysis K-Medians
- Hierarchical Clustering

Algoritmos basados en Redes Neuronales Artificiales

Los algoritmos basados en redes de neuronas artificiales (también conocidas como RNA), son un modelo para el procesamiento automático y aprendizaje que asemeja al sistema biológico en el proceso de análisis de la información que recibe para producir una salida. Una red neuronal artificial está formada por un conjunto de nodos interconectados, conocidos como neuronas artificiales, que se transmiten señales entre sí y producen una salida.

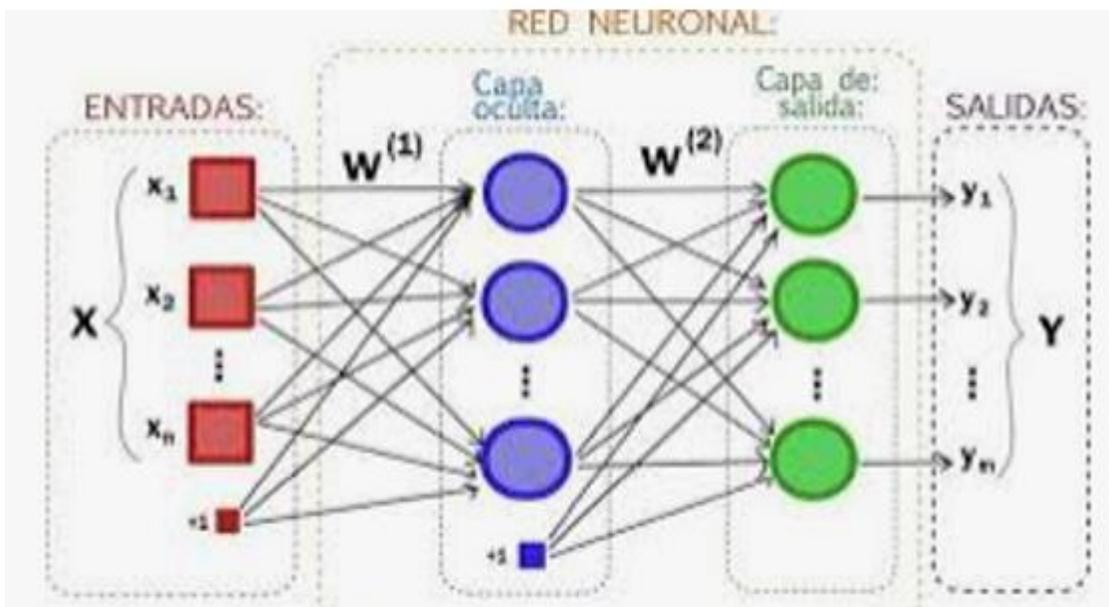


Figura 2.5.5. Elementos de una red neuronal artificial

Los Algoritmos basados en Redes Neuronales Artificiales más usados son:

- Algoritmo Backpropagation
- Algoritmo Perceptron
- Algoritmo Hopfield Network
- Algoritmo Compuerta XOR

Algoritmos de Aprendizaje Profundo

Estos algoritmos son una disciplina de la Inteligencia Artificial que, a diferencia de los algoritmos tradicionales de Machine Learning, ofrecen mejoras significativas al aprendizaje, entre otras, permitir procesar una cantidad mayor de datos, lo cual da a la aplicación más experiencia. La complejidad y la abstracción con que los algoritmos de aprendizaje profundo se apilan en una jerarquía, hace que cada algoritmo aplique una transformación (no lineal) en las entradas de datos, con lo cual aprende y crea como salida un modelo estadístico. Este proceso iterativo se repite pasando los datos por un cierto número de capas de procesamiento hasta que se alcanza en la salida un nivel aceptable de precisión.

Mientras que en el aprendizaje tradicional, el proceso es supervisado, en el aprendizaje profundo el programa construye el conjunto de características por sí mismo sin supervisión. Esto no es sólo más rápido, sino que por lo general más preciso (Rouse, M., 2019).

Como ejemplo de aplicación, este algoritmo fundamentado en una red neuronal convolucional de aprendizaje profundo puede hacer que la máquina adquiera conocimiento para el reconocimiento y diferenciación de objetos, humanos o animales en una imagen.

Los algoritmos de Aprendizaje Profundo más utilizados son:

- Convolutional Neural Networks
- Long Short Term Memory Neural Networks

Algoritmos de Reducción de Dimensión

Los métodos de reducción de dimensionalidad son algoritmos que mapean el conjunto de datos a subespacios derivados de menor dimensión, lo cual permite hacer una descripción de los datos a un menor costo. Por su importancia, son ampliamente usados en procesos asociados a aprendizaje de máquinas (Arroyo J., 2016). Los algoritmos de Reducción de Dimensión más utilizados son:

- Análisis de Componentes Principales
- Análisis de Componentes Independientes
- Como aporte personal, en el presente trabajo, incorporaría el Análisis Discriminante, y con mayor razón el Análisis Discriminante paso a Paso.

II.5.6. Herramientas computacionales para el Machine Learning

Una de las disciplinas del sector tecnológico de más rápido crecimiento en los últimos años lo constituye el Machine Learning, esto ha hecho que investigadores y desarrolladores de importantes empresas tecnológicas se hayan abocado a la creación y organización de lenguajes de programación, herramientas computacionales y bibliotecas de algoritmos para cubrir requerimientos computacionales del Machine Learning. “Este crecimiento es tan impresionante que puede resultar una bendición para los científicos de datos y muy intimidante para principiantes” (Zona IA, 2020).

Complementando la información publicada por Na8,2017, tenemos:

Lenguajes de Programación para el Machine Learning

Entre los lenguajes de programación más utilizados en el desarrollo de Machine Learning, se encuentran: R y Python. Así tenemos que, R es el lenguaje más popular entre los Científicos de Datos; Python es un lenguaje de programación general simple, amigable y se ha convertido en el líder en Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo en los últimos años.

Entornos web de soporte para desarrolladores

Vale la pena mencionar a Jupyter Notebook y Google Colab. El primero, es una aplicación web, que permite compartir código Python, diagramas, gráficos y ecuaciones, incorporando textos explicativos. Para su instalación se requiere tener instalado Python, por eso es recomendable descargar la *distribución Anaconda* que incluye Python y Jupyter Notebook (Ionos, 2019). El segundo, es un servicio gratuito de Google que permite tener acceso a recursos de CPU y a unidades de GPU de gran utilidad en aprendizaje profundo cuando se utilizan algoritmos de redes neuronales artificiales.

Bibliotecas de Algoritmos para Machine Learning

Scikit-learn es una de las bibliotecas de **Machine Learning** más utilizadas en la actualidad por los analistas de datos principiantes. Permite el acceso a la mayoría de los algoritmos clásicos. Es de gran utilidad tanto en aprendizaje supervisado como no supervisado. Como desventaja presenta limitaciones para entrenamientos con redes neuronales y no ofrece bondades para el aprendizaje profundo.

TensorFlow. Esta biblioteca, construida por Google, puede ser utilizada en problemas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo. En el primero de los casos, permite el uso de algoritmos clásicos para análisis de regresión y clasificación, pero si se compara con la biblioteca Scikit-learn puede resultar poco amigable al usuario. No obstante, esta biblioteca puede ser complementaria de Scikit-learn de la siguiente manera. Un proyecto de Machine Learning puede iniciarse con Scikit-learn para la creación de prototipos y luego trasladarse el modelo a TensorFlow para acelerar el proceso o si se requiere trabajar con un volumen alto de datos. Como principal ventaja esta biblioteca ofrece un excelente soporte para el aprendizaje profundo utilizando algoritmos basados en redes neuronales artificiales, aunado a la eficiencia computacional que ofrece, así como también, las facilidades que ofrece para la realización de cálculos de CPU y GPU. “La CPU es la unidad central de procesamiento, por sus siglas, mientras que la GPU es la unidad de procesamiento gráfico. La construcción de estos componentes de hardware es similar, y ambos son procesadores compuestos por circuitos integrados con transistores dedicados a cálculo matemático basado en numeraciones binarias. Sin embargo, la CPU se dedica al procesamiento general, y la GPU se dedica al procesamiento específico”. (González, C., 2018).

Pandas. Esta biblioteca es de gran utilidad para la obtención y preparación de datos que estén disponibles en archivos Excel, bases de datos SQL, archivos JSON, textos y otros formatos menos utilizados. Facilita la transformación, normalización, eliminación de espurias, recuperación o estimación de valores perdidos, detectación de datos duplicados, para su uso posterior en otras bibliotecas de Machine Learning, tales como Scikit-learn o TensorFlow. Pandas permite realizar operaciones SQL sobre conjuntos de

datos (por ejemplo, agrupar, remodelar, agregar), así como también ofrece diversos métodos para análisis estadístico. Sus estructuras de datos son compatibles con Jupyter Notebook, si se desea hacer visualizaciones de resultados en forma ordenada.

PyTorch. Es una biblioteca alternativa, construida por Facebook, para el aprendizaje profundo. Además de las bondades para cálculos por CPU, admite cálculos acelerados por GPU. La biblioteca ha ganado mucha popularidad en la comunidad Deep Learning por las facilidades que ofrece para el modelado rápido y flexible.

Si se le compara con TensorFlow, esta biblioteca ofrece mejores facilidades para su aprendizaje, dominio y uso; su comunidad de usuarios está creciendo y ya se dispone de tutoriales y otros materiales para su uso.

Keras. Esta biblioteca es altamente recomendable para el aprendizaje profundo de alto nivel. Puede usar en el backend bibliotecas de bajo nivel como TensorFlow. Se le considera un fuerte competidor de PyTorch en proyectos donde se utilicen algoritmos basados en redes neuronales, utilizando APIs simples que ambas ofrecen.

Entre otras bibliotecas y herramientas que vale la pena mencionar, aunque no detallaremos en este trabajo, tenemos: SciPy (biblioteca de computación científica) y Matplotlib (herramienta para representación gráfica y visualización de datos)

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación puede ser considerada una investigación aplicada, de diseño exploratorio, cuantitativa, con muestreo intencional no probabilístico. Para alcanzar los objetivos propuestos, así como, para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, se seguirá un enfoque metodológico conformado por un conjunto de procedimientos y técnicas que se aplicarán de manera ordenada y sistemática.

III.1. Análisis del sistema empresarial que se desea estudiar

El sistema que se desea estudiar representa una industria conformada por empresas fabricantes y comercializadoras de un producto tecnológico que evoluciona por grados en la medida que se obtienen patentes, donde periódicamente deben tomarse decisiones respecto a inversiones en promoción, distribución, investigación y desarrollo, producción, reclutamiento y entrenamiento, así como, precio, préstamos y fabricación. El producto en cuestión puede estar representado por smartphone, tablets, notebook, aparatos adelgazantes, artículos deportivos, etc. Cada empresa estará representada por seis Gerencias: Gerencia General, Gerencia de Mercadotecnia, Gerencia de Producción, Gerencia de Recursos Humanos, Gerencia de Finanzas y Gerencia de Investigación y Desarrollo.

La *Gerencia de Mercadotecnia*, tendrá bajo su responsabilidad las decisiones inherentes a determinación del precio del producto, estimación de las inversiones en promoción (publicidad y propaganda) e inversiones en distribución del producto, teniendo como meta dominar el mercado.

La *Gerencia de Producción*, a su vez será responsable de las decisiones sobre cantidad a producir, respetando restricciones impuestas por la capacidad de la planta de producción, el inventario y patentes existentes; estimación de gastos de producción, inversiones en mantenimiento y mejoras de la capacidad de la planta, teniendo como meta la minimización de costos de producción y mejoras de la calidad del producto.

La *Gerencia de Investigación y Desarrollo*, tendrá bajo su responsabilidad las decisiones sobre inversiones para la conducción de experimentos para mejorar los productos existentes y/o la creación de nuevos productos patentables y que puedan ser incorporados en próximos periodos de producción, mejoras de los productos existentes, y de las mejoras del proceso productivo, bien sea mediante la captación y entrenamiento de personal especializado o simplemente investigando para mejorar el proceso productivo.

La *Gerencia de Recursos Humanos*, tendrá bajo su responsabilidad la captación, selección y entrenamiento de personal solicitado por las restantes gerencias, por ente le corresponde la estimación de gastos e inversiones para la mejora del capital humano.

La *Gerencia de Finanzas*, tiene bajo su responsabilidad la administración de los recursos financieros existentes y tramitación de préstamos, si fuesen necesarios, para la satisfacción de requerimientos de gastos e inversiones de las restantes gerencias.

La *Gerencia General* es responsable de la evaluación y aprobación de las decisiones tomadas por las restantes gerencias, teniendo como meta mejorar la eficacia y eficiencia de la empresa.

III.2. Modelado matemático del sistema empresarial

Iniciamos la construcción del modelo matemático del sistema empresarial tomando como referencia el modelo desarrollado por IBM y presentado por Naylor, Th., Balintfy, J., Burdick, D., Chu, K., 1982, del cual se obtuvo por ejemplo las siguientes expresiones:

Efectos de mercado

$$Y_T = b_1 - \frac{sT_3 b_2}{x_2 \sum_{i=1}^3 EM_{i,T}} , \quad \text{si } \sum_{i=1}^3 EM_{i,T} > 125,000$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^3 EM_{i,T}}{125,000} , \quad \text{si } \sum_{i=1}^3 EM_{i,T} \leq 125,000$$

$$EM_{i,T} = a_1 M_{i,T} + a_2 M_{i,T-1} + a_3 M_{i,T-2}$$

Efectos de investigación y desarrollo

$$X_T = b_3 + \frac{\sum_{i=1}^3 ERD_{i,T}}{b_4}$$

$$ERD_{i,T} = gERD_{i,T-1} + RD_{i,T}$$

Efecto de precios

$$Z_T = \frac{x_1 T_2}{P_{Min}}$$

Acciones del mercado

$$O_{i,T} = V_{i,T} T O_T$$

$$V_{i,T} = \frac{W_{i,T}}{\sum_{i=1}^3 W_{i,T}}$$

$$W_{i,T} = \left(\frac{EM_{i,T}}{EM_T} - y_1 \right) \left(\frac{\bar{P}_T}{P_{i,T}} - y_2 \right) \left(c_1 + y_3 \frac{ERD_{i,T}}{SALES_{i,T-1}} \right)$$

Capacidad de la planta

$$C_{i,T} = \frac{0.98PV_{i,T-2} + PI_{i,T-1}}{SK_1 - K_3}$$

Cantidad de producción

$$PQ_{i,T} = \frac{(P C_{i,T}/T_4) - SK_2 - C_{i,T}K_3}{SK_1 - K_3}$$

$$S = d_3 - \frac{Z_2 ERD_{i,T}}{d_1}$$

Costo unitario de producción

$$UPC_{i,T} = T_4(VS + F)$$

$$V = \left(d_1 + \frac{d_2}{PQ_{i,T}} \right) Z_1$$

$$F = \left(\frac{C_{i,T} - PQ_{i,T}}{PQ_{i,T}} \right) K_3$$

Ventas

$$SALES_{i,T} = O_{i,T} \quad \text{si } O_{i,T} \leq PQ_{i,T} \leq PQ_{i,T} + IQ_{i,T-1}$$

$$= PQ_{i,T} + IQ_{i,T-1} \quad \text{si } O_{i,T} \leq PQ_{i,T} + IQ_{i,T-1}$$

$$SREV_{i,T} = P_{i,T} SALES_{i,T}$$

Cantidad de inventario

$$IQ_{i,T} = PQ_{i,T} + IQ_{i,T-1} - SALES_{i,T}$$

Costo de inventario

$$IC_{i,T} = [(PQ_{i,T} + IQ_{i,T-1}) - O_{i,T}]UPC_{i,T} \quad \text{cuando } IQ_{i,T-1} \leq O_{i,T} < (IQ_{i,T-1} + PQ_{i,T}).$$

$$IC_{i,T} = [(IQ_{i,T-1} - O_{i,T})UIC_{i,T-1}] + PQ_{i,T}, \quad \text{cuando } O_{i,T} < IQ_{i,T-1}.$$

$$IC_{i,T} = 0,$$

$$\text{Cuando } PQ_{i,T} + IQ_{i,T-1} < O_{i,T}.$$

Costo unitario de mercado

$$UIC_{i,T} = \frac{IC_{i,T}}{IQ_{i,T}}.$$

Costo de mercancía vendida

$$CGS_{i,T} = IC_{i,T-1} + (SALES_{i,T} - IQ_{i,T-1})UPC_{i,T},$$

Cuando $IQ_{i,T-1} \leq SALES_{i,T} < (IQ_{i,T-1} + PQ_{i,T})$.

$$CGS_{i,T} = SALES_{i,T} \cdot UIC_{i,T-1}$$

Cuando $SALES_{i,T} < IQ_{i,T-1}$.

$$CGS_{i,T} = IC_{i,T-1} + PQ_{i,T}$$

Cuando $SALES_{i,T} = IQ_{i,T-1} + PQ_{i,T}$

Depreciación

$$DEP_{i,T} = 0.02PV_{i,T-1}.$$

Total de gastos

$$TE_{i,T} = CGS_{i,T} + M_{i,T} + RD_{i,T} + DEP_{i,T}.$$

Ganancias antes de los impuestos

$$PBT_{i,T} = SREV_{i,T} - TE_{i,T}.$$

Impuestos

$$T_{i,T} = 0.30PBT_{i,T}.$$

Ganancia neta

$$NP_{i,T} = PBT_{i,T} - T_{i,T}.$$

Gastos totales

$$TOL_{i,T} = PC_{i,T} + M_{i,T} + RD_{i,T} + PI_{i,T} + T_{i,T}.$$

Balance de activo en efectivo

$$CASH_{i,T} = CASH_{i,T-1} + SREV_{i,T} - TOL_{i,T}.$$

Valor de la planta

$$PV_{i,T} = PV_{i,T-1} - DEP_{i,T} + PI_{i,T}.$$

Total de activos

$$TA_{i,T} = CASH_{i,T} + IC_{i,T} + PV_{i,T}$$

$$NW_{i,T} = TA_{i,T}$$

Totales de la industria

$$TS = \sum_{i=1}^3 SALES_i.$$

$$TM = \sum_{i=1}^3 M_i$$

Donde:

- P_i = Precio de la i-esima empresa.
- M_i = Gastos de mercadotecnia, correspondiente a la i-esima empresa.
- PI_i = Gastos de mejora de planta ejercidos por el i-esima empresa.
- PC_i = Gastos de produccionde la i-esima empresa.
- RD_i = Gastsps de investigación y desarrollo de la i-esima empresa.
- X = Efectos de los gastos de investigación y desarrollo sobre el total de órdenes para la industria.
- Y = Efectos de los gastos de mercadotecnia sobre el total de órdenes para la industria.

Z	=	Efectos del precio sobre el total de ordenes para la industria.
EM_i	=	Gastos efectivos de mercadotecnia, de la i-esima empresa.
ERD_i	=	Gastos efectivos de investigación y desarrollo de la i-esima empresa.
V_i	=	Participación de la i-esima empresa en el mercado.
W_i	=	Efecto neto sobre la producción de órdenes, debido a las decisiones de la i-esima empresa.
S	=	Factor de investigación y desarrollo.
V	=	Factor de cantidad.
F	=	Factor de multa por producir menos que lo que se puede, dada la capacidad de la empresa.

Variables de salida

O_i	=	Numero de órdenes recibidas por la i-esima firma.
$SALES_i$	=	Numero de unidades vendidas efectivamente por la i-esima empresa.
$SREV_i$	=	Ingresos por venta de la empresa i
IQ_i	=	Cantidad en el inventario de la i-esima compañía.
UIC_i	=	Costo unitario de inventario de la empresa i.
C_i	=	Capacidad de producción (en unidades) de la i-esima compañía.
UPC_i	=	Costo unitario de producción de la compañía i.
PQ_i	=	Cantidad de producción de la compañía i.
CGS_i	=	Costo de la mercancía vendida por la compañía i.
DEP_i	=	Cargos que se asignan a la empresa i debido a depreciación.
TE_i	=	Total de erogaciones que experimenta la i-esima empresa.
PBT_i	=	Ganancias anteriores a los impuestos de la compañía i
T_i	=	Impuestos que debe pagar la empresa i.
NP_i	=	Ganancia neta de la empresa i.
$CASH_i$	=	Balance de activos de la i-esima empresa.
TOL_i	=	Gastos totales de la i-esima firma.
PV_i	=	Valor de la planta de la firma i.
TA_i	=	Activo total en la compañía i.
NW_i	=	Valor neto de la firma i.
TS	=	Ventas totales de la industria.
TM	=	Gastos totales de venta de la industria.

Complementando con ecuaciones provenientes del modelo matemático desarrollado por el Carnegie Institute of Technology y presentado en parte por Montgomery D., Urban G., 1976 del cual se obtuvo la ecuación para estimar la demanda total del mercado, en el periodo t:

$$Q_t = s_t Q_0 K^t \left(\frac{\bar{P}_t}{\bar{P}_0} \right)^{np} \left(\frac{\bar{E}_t}{a s_t \bar{E}_0 k} \right)^{nE} \left(\frac{Y_t}{Y_0} \right)^{ny}$$

Donde

Q= numero total de casos demandados

s = índice estacional (donde $\sum_{t=1}^{12} s_t = 12$)

K = termino de crecimiento

\bar{p} = precio medio ponderado

\bar{E} = gastos totales de promocion de la industria

t = subíndice semanal

0 = subíndice que representa un valor base de la industria

np,nE,ny = elasticidad de la demanda de la industria para el precio, la promoción y la renta per capita ponderados respectivamente.

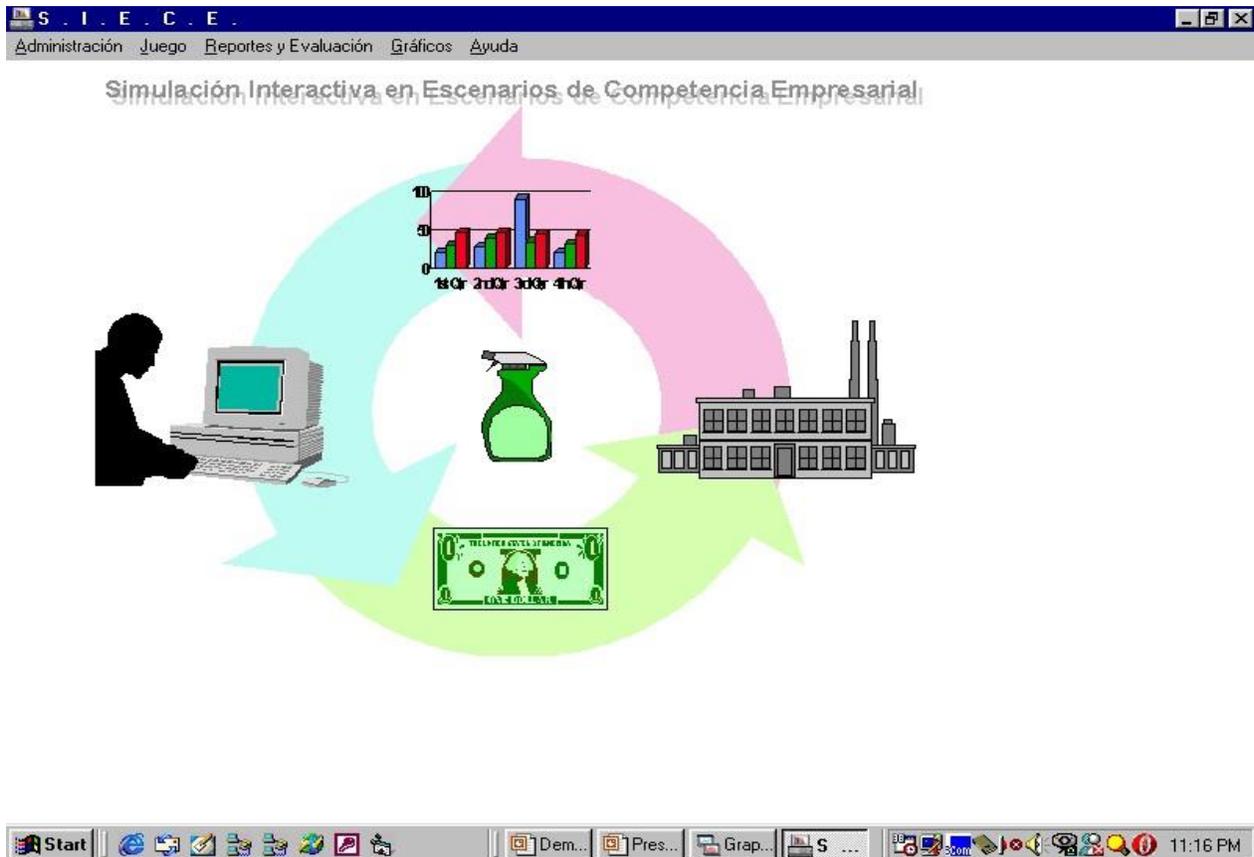
a = constante

Así se fueron agregando ecuaciones matemáticas hasta alcanzar 70 ecuaciones entre aritméticas y diferenciales, provenientes de la literatura sobre simulación empresarial, economía de la empresa, marketing, administración financiera, teoría de los precios, investigación de operaciones, entre otros y, ecuaciones creadas por el autor, con información proveniente de entrevistas a personal de empresas reales en materia de reclutamiento y entrenamiento como Coordinador de la Oficina de Relaciones Institucionales (1990-1996) y Coordinador de Pasantías de la Escuela de Ingeniería de Sistemas (2000-2004) de la Universidad de Los Andes.

III.3. Desarrollo del Sistema Programado (Simulador SIECE)

Una vez analizado el sistema empresarial y obtenido el modelo matemático que lo representa se procedió a desarrollar la aplicación informática que facilitara la conducción de experimentos de simulación completando de esta forma el Simulador que se utilizaría en la realización de Juegos Gerenciales.

La aplicación informática se desarrolló inicialmente en lenguaje Pascal, luego mejorada en lenguaje Visual Basic, Visual Studio 8 y finalmente en lenguaje Power Builder y manejador de base de datos SQL Anywhere Sybase. A continuación se presenta la pantalla inicial del Sistema SIECE.



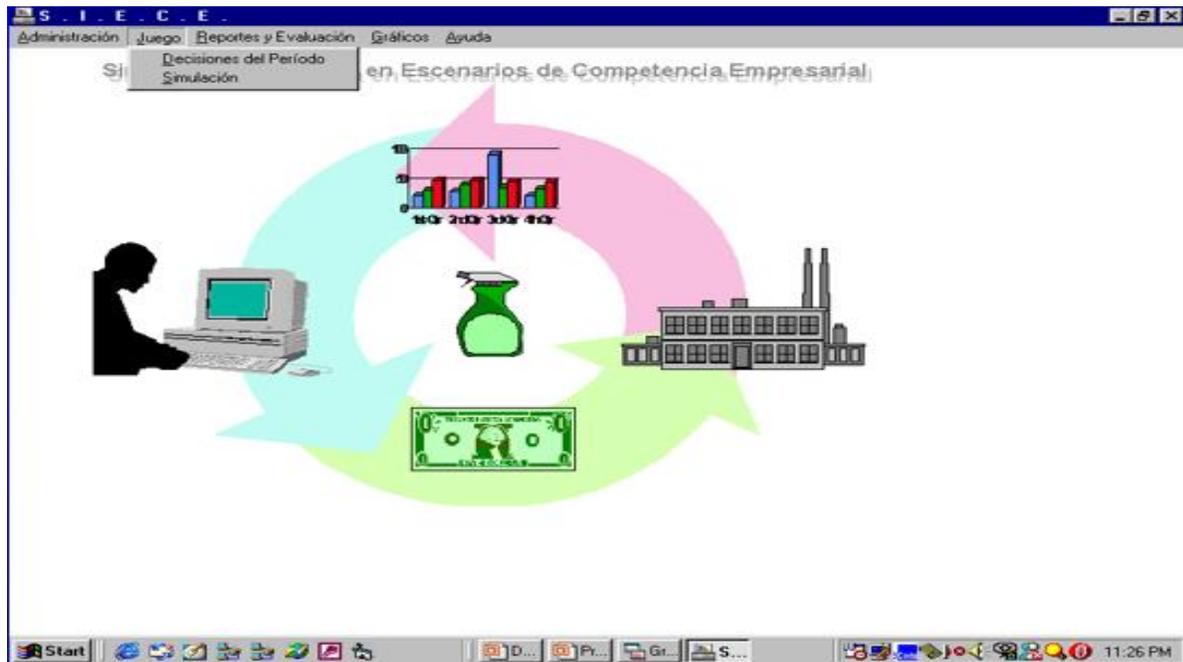
Pantalla 3.3.1. Menú principal del Sistema SIECE

Es conveniente aclarar que este sistema sólo podrá ser utilizado por el Facilitador o Coordinador del Juego Gerencial. En la Opción **Administración** del sistema, el facilitador podrá introducir datos básicos, el número de periodos (generalmente trimestres) que se realizará la competencia empresarial y el número de empresas participantes.

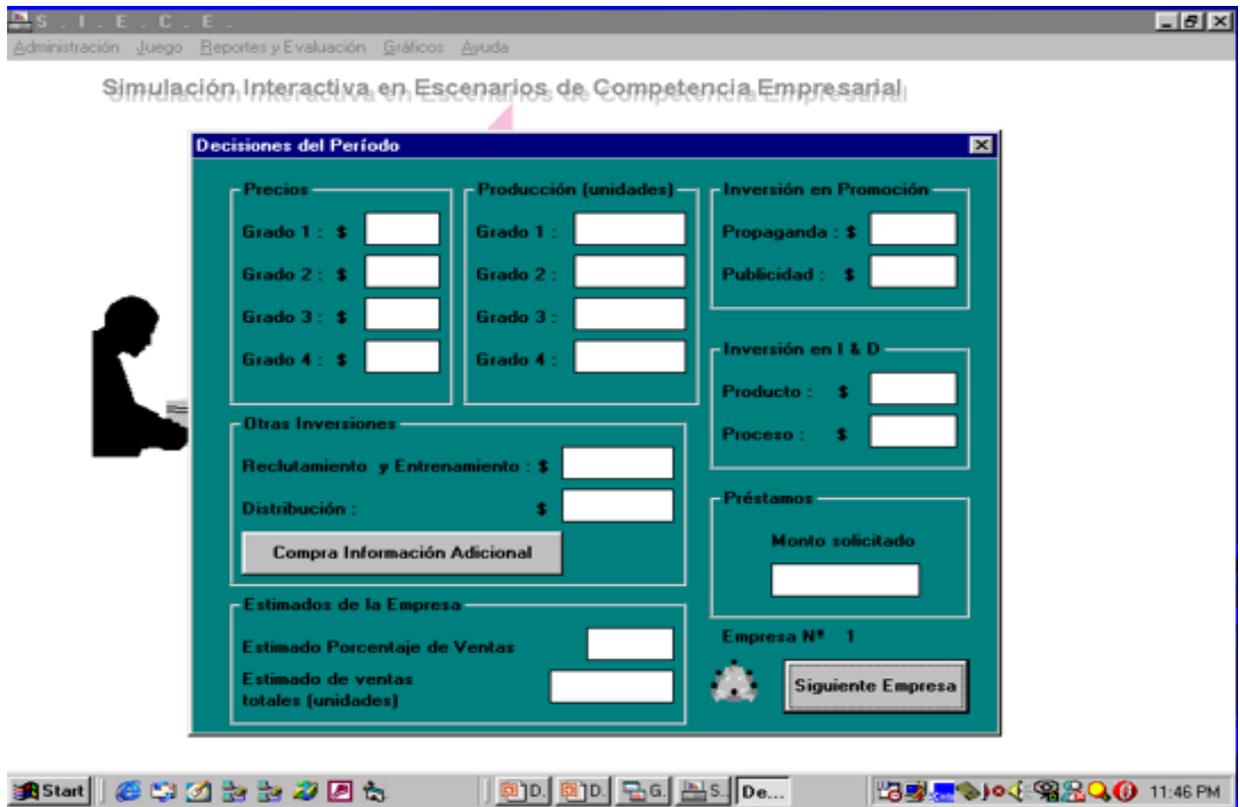


Pantalla 3.3.2. Opción Administración del Sistema SIECE

En la opción **Juego** el facilitador podrá introducir las decisiones gerenciales de cada uno de los equipos gerenciales participantes (empresas), para luego en la misma opción ejecutar el *simulador* que resuelve el modelo matemático. Véase pantallas 3.3.3 y 3.3.4.



Pantalla 3.3.3. Opción Juego del Sistema SIECE.



Pantalla 3.3.4. Formato para ingreso de datos de los equipos participantes

Como puede apreciarse en el formato *decisiones del periodo*, cada empresa puede participar en la competencia empresarial hasta con 4 grados de productos, iniciando en el primer periodo con un producto (grado 1), indicando la cantidad a producir de cada grado, y los montos que invertirá en Promoción (Propaganda y Publicidad), Investigación y Desarrollo (Producto y Proceso), Reclutamiento y Entrenamiento, Distribución. Adicionalmente, cada equipo podrá a través de este formato solicitar préstamo. Puesto que el objetivo principal de la empresa es obtener ganancias a través de las ventas de sus productos, el sistema permite a cada equipo ingresar un estimado porcentual de las ventas que espera alcanzar, así como, un estimado de las ventas totales que considera se realizaran como sumatoria de todas las empresas participantes en la competencia. Una vez introducido las decisiones de cada una de los equipos para el periodo el facilitador de la competencia podrá en Juego-Simulación ejecutar la aplicación que resuelve el modelo matemático y genera resultados para cada equipo participante (empresa) y para la industria en general.

Así, una vez realizada la simulación en la opción *Reportes y Evaluación* el sistema permite visualizar e imprimir los resultados obtenidos para cada empresa e industria en general (véase pantallas 3.3.5 y 3.3.6 y 3.3.7).



Pantalla 3.3.5. Opción Reportes y Evaluación del sistema SIECE

Reporte de Empresa		Empresa N° 1 Período N° 3	
I. Análisis de Ventas		II. Producción	
1. Demanda	211857 65299	9. Grados Producidos	1 2
2. Ventas	215713 65299	10. Costo Prod.	29225042
3. Porcentaje del mercado	26.794	11. Costo Unit. Prod.	75.256 108.32
4. Precio	185 205	12. Cant. Prod.	230000 110000
5. Inv. en Promoción	4000000	13. Capacidad Planta	366186
6. Inv. en Distribución	3000000	14. Inventario	14287 73921
7. Inv. en P.y.E	2250000	15. Valor Invent.	1075194 8007643
8. Inv. en I.y.D	4500000	16. Última Patente	4
III. Pérdidas y Ganancias		IV. Declaración de Efectivos	
17. Ingresos por Ventas	53293200	Balance Efectivo anterior	55728794
18. Costo Merc. vendidos	23206062	Beneficios Totales	53293200
19. Depreciación	0	Préstamos recibidos	0
20. Gastos Fijos	15026785	Pago de Préstamos	0
21. Gastos Totales	51982847	Información Adicional	0
22. Gananc. antes Imp.	1310353	Costo Abnucel.	441040
23. Impuestos	458624	(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	58460451
24. Ganancia neta	851729	Erogación Total	58901491
V. Balance Global		Balance Efectivo actual	50120503
Balance Actual Efectivo	50120503		
Valor Inventario	9082837		
Valor Actual Planta	122062630		
Deudas	0		
Total Activos de la Empresa	181265970		

Pantalla 3.3.6. Reporte de resultados de la Empresa 1 en el Período 3

En el Reporte de la Empresa, al final del periodo 1, que recibiría la Empresa 1, por ejemplo, puede apreciarse en *Análisis de Ventas*, la Demanda generada para los productos 1 y 2, las Ventas alcanzadas de cada uno de estos productos, el porcentaje del mercado que domina la empresa y los precios a que vendió sus productos. En ítems 1-8, puede apreciarse las inversiones realizadas en Promoción, Distribución, Reclutamiento y Entrenamiento e inversión en Investigación y Desarrollo. En *Producción*, el costo total de producción, los costos de producción, cantidad producida, inventario y valor de cada producto, capacidad de la planta al final del periodo y número de patentes generadas. En *Pérdidas y Ganancias*, puede apreciarse los Ingresos por Ventas, Ganancia antes de impuestos y Ganancia Neta. En *Balance Global*, la Capitalización Total (Efectivo disponible, Valor del inventario y Valor de la Planta).

Reporte de la Industria

	Porcentaje Mercado		Ventas		Total Activos	Precio		Grados Producidos	
	A	B	A	B		A	B	A	B
Empresa1	22.59	6.965	215713	65299	181265970	185	205	1	2
Empresa2	12.32	29.66	115568	137000	182202318	210	240	2	3
Empresa3	21.74	6.702	200000	62833	175339471	175	185	1	2

Información de la Industria

Demanda Total	937500	Inv. Total en Distribución	10000000	Fenómenos Aleatorios	Invest. Exitosa Emp 1
Ventas Totales	796413	Índice Económico	101		
Inv. Total en Promoción	15000000	Tasa Interés Préstamos	30.48		

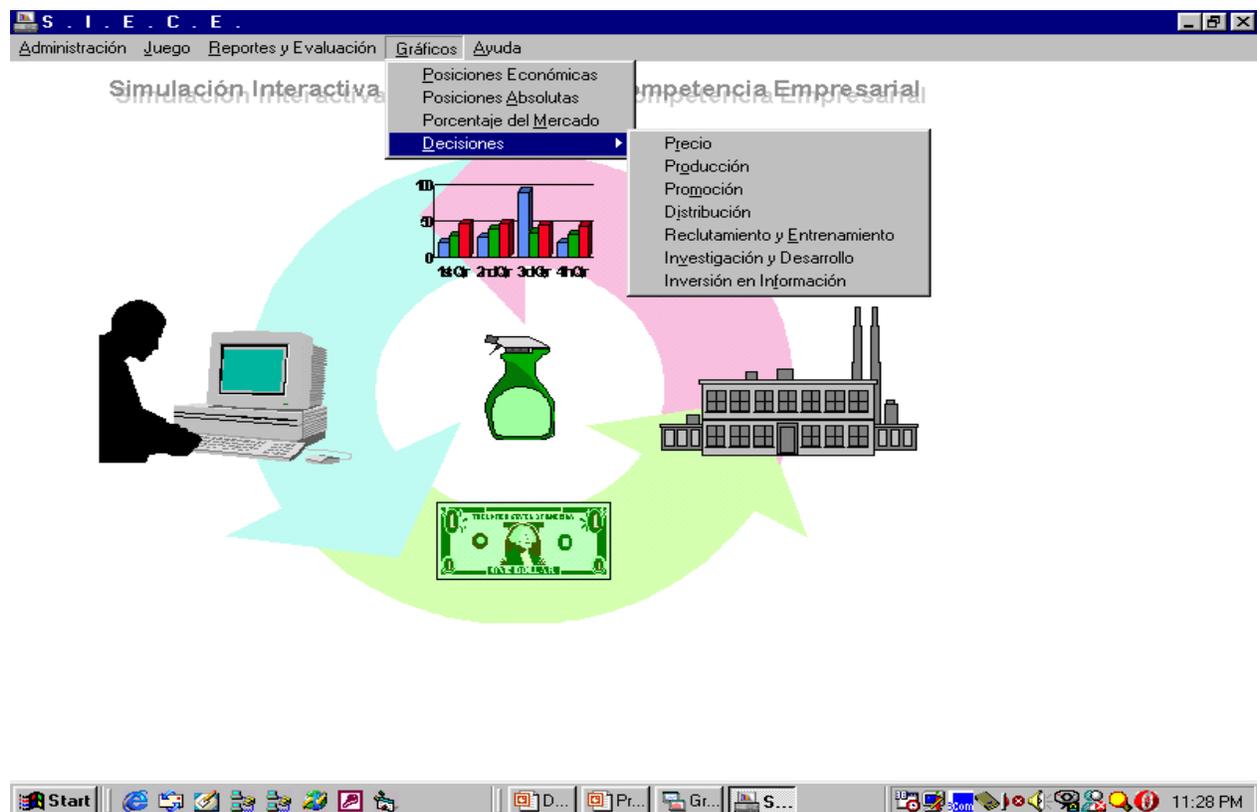
Imprimir Período N°: 3 Aceptar

Inicio 01:07 p.m.

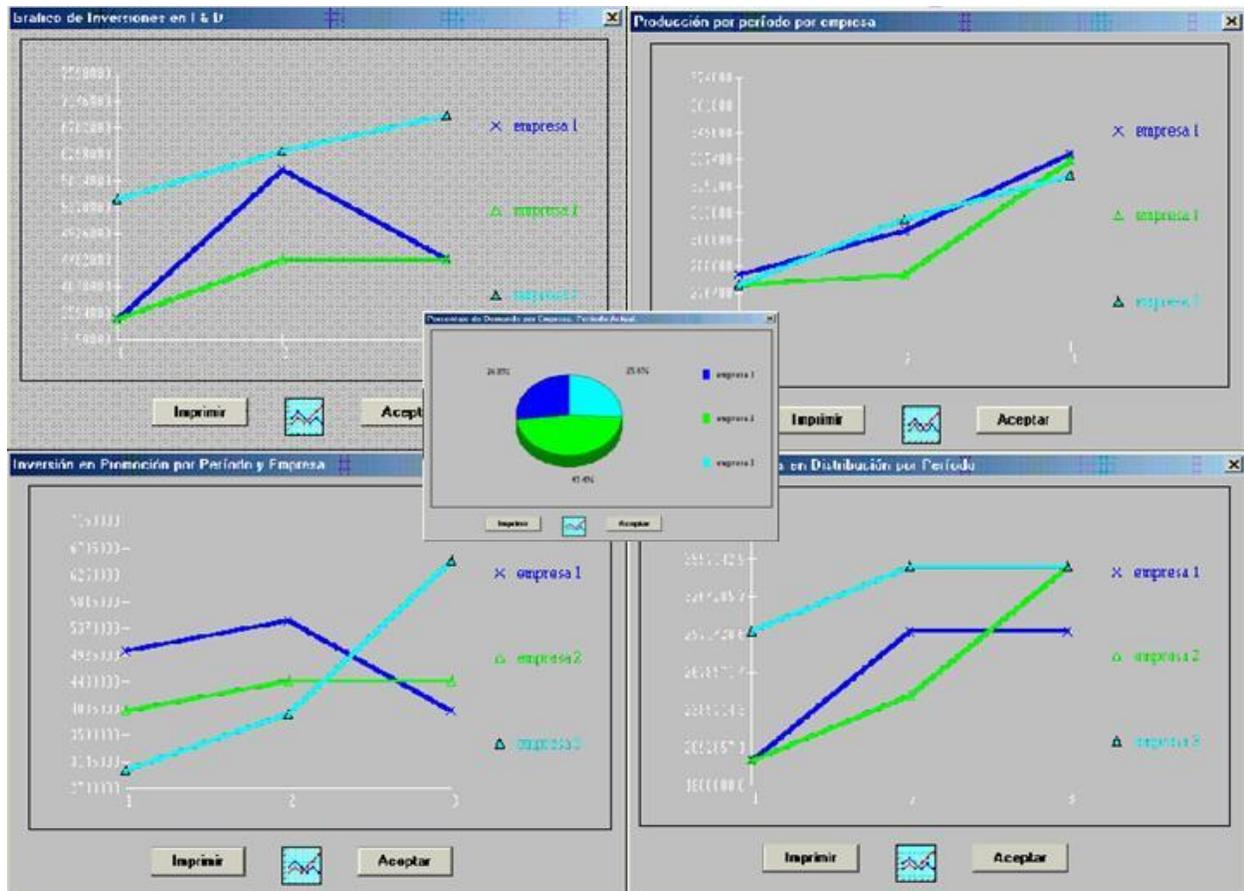
Pantalla 3.3.7. Reporte de resultados de la Industria 1 en el Periodo 1

En el Reporte de la Industria, que recibiría cada empresa al final de cada periodo de competencia, permite visualizar: el porcentaje de mercado que domina cada empresa, las ventas realizadas, el total de activos, el precio de venta y los grados (productos patentados) con que participaron. Complementariamente, pueden visualizar información de la industria: demanda total, ventas totales, inversión total en promoción y distribución, el índice económico, la tasa de interés para préstamos; y si ocurrió durante el periodo algún evento, que haya afectado a alguna empresa.

La opción **Gráficos** (pantalla 3.3.8, 3.3.9), en cualquier periodo, pero preferiblemente al final de la competencia permite observar las posiciones ocupadas por las empresas competidoras, así como, su comportamiento en sus decisiones sobre inversiones.



Pantalla 3.3.8. Opción gráficos del sistema SIECE



Pantalla 3.3.9. Comportamiento de las empresas en cuanto a sus inversiones

III.4. Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó durante varios años, mediante el dictado de talleres en cursos de pregrado y postgrado dentro y fuera del país, Jornadas de Investigación de Operaciones, Congresos de Estudiantes de Ingeniería Industrial, Congresos Latinoamericanos de Estudiantes de Ingeniería Química, Competencias Académicas entre estudiantes de Ingeniería y Administración de universidades venezolanas, entre otras. La utilización más reciente ha sido en el Postgrado de Gerencia de la Universidad de Carabobo, Venezuela, 2016-2017 y la exhibición más reciente en la Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira, Colombia en 2019. En total se realizaron 70 talleres donde participaron 6 equipos de 6 gerentes, realizando 3 periodos de juego, reuniendo de esta forma $70 \times 6 \times 3 = 1260$ conjuntos diferentes de decisiones (como el mostrado en la pantalla 3.3.4) y 1260 correspondientes reportes (como el mostrado en la

pantalla 3.3.6), además de $70 \times 3 = 210$ reportes de empresas (como el mostrado en la pantalla 3.3.7).

III.4. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos durante las competencias empresariales realizadas en los 70 talleres dictados, de las metodologías nombradas en el punto I.4.2, se siguió la Metodología CRISP-DM (**Cross Industry Standard Process for Data Mining**) creada por el grupo de empresas SPSS, NCR y Daimler Chrysler en el año 2000, siguiendo los pasos de la figura 2.4.1, para la aplicación de técnicas de minería de datos. Dado que en las 70 competencias realizadas todos los equipos competidores tuvieron un excelente rendimiento se entrenó una *red neuronal perceptrón multicapa*, utilizando el software Neuro Solutions 7.0.1.1. utilizado en una experiencia previa (Dávila, L., Araujo, L., Abutook, N., Dávila, L.A., 2005) presentada en el VII Congreso Mundial de Ingeniería Química, Escocia. Dada la alta competitividad de los equipos participantes la aplicación de minería de datos permitió detectar patrones de comportamiento decisional y seleccionar las decisiones de mayor competitividad, es decir, aquellas que aportaban mejores resultados de demanda, ventas alcanzadas, costos de producción, generación de patentes, ganancias antes de impuestos y en menor grado la capitalización total por incluir el inventario existente por falta de ventas.

III.5. Ampliación del modelo matemático

- El modelo matemático descrito en el punto III.2, compuesto por ecuaciones aritméticas y diferenciales, fue ampliado mediante la incorporación de ecuaciones estadísticas y matemáticas inherentes en los algoritmos de aprendizaje y de ocurrencia de eventos fortuitos. que pueden presentarse con cierta probabilidad y que afectan a toda la industria, tales como, variación del costo de la materia prima, aumento de aranceles de importación, limitaciones para la importación de insumos, protesta de los consumidores, entre otros, y eventos que pueden afectar a una empresa en particular, consecuencia de buenas o malas decisiones, tales como, huelga de obreros, evento sísmico en la ciudad donde está ubicada la

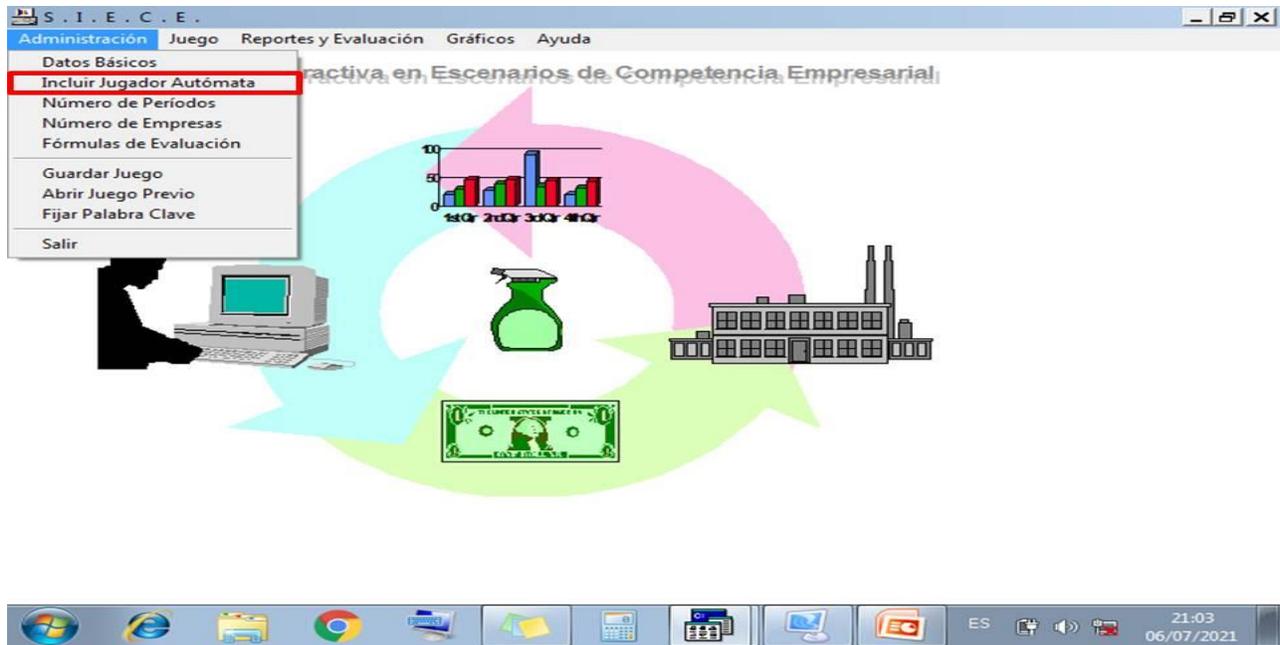
empresa, publicidad exitosa, investigación exitosa, entre otros, completándose de esta forma un modelo matemático conformado por 96 ecuaciones aritméticas, diferenciales y probabilísticas.

III.6. Aplicación de algoritmos estadísticos de aprendizaje

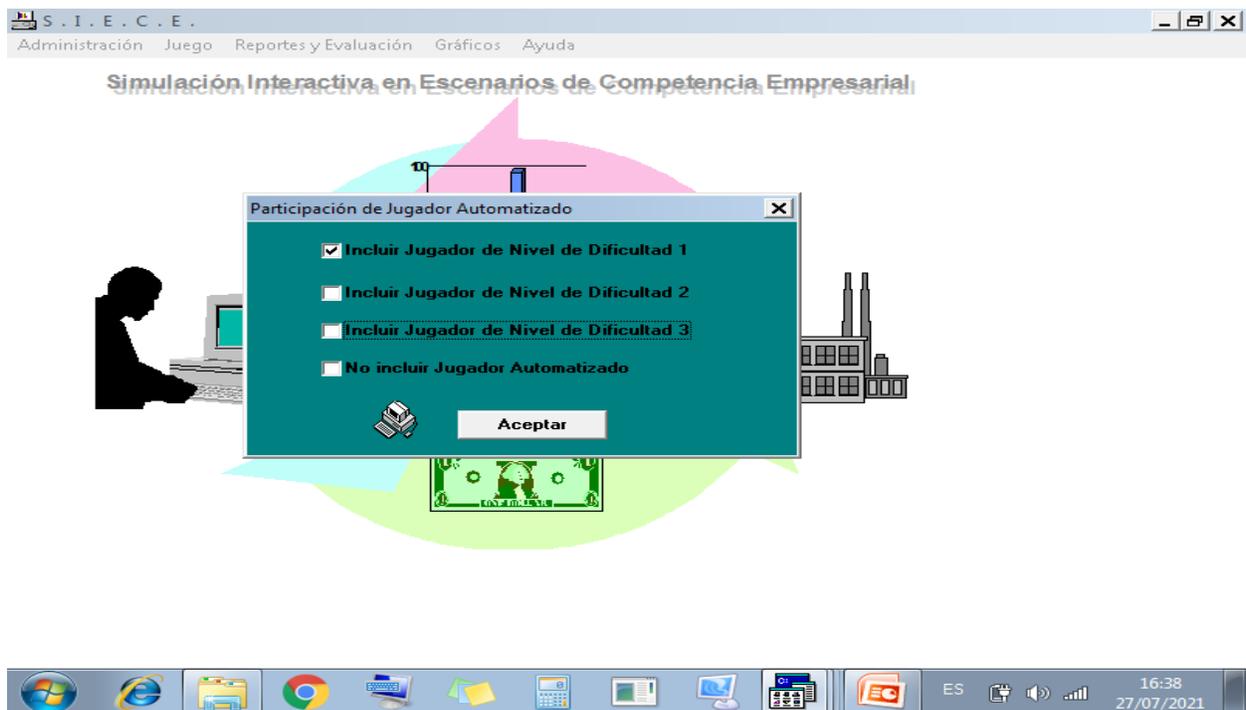
La aplicación de técnicas de minería de datos descrita en el punto III.4 facilitó la detección de patrones de comportamiento de los equipos participantes en las decisiones gerenciales tomadas en diferentes periodos de la competencia. Teniendo como base el conocimiento generado, objetivo principal de la minería de datos, se procedió a desarrollar un conjunto de algoritmos estadísticos-matemáticos que implementados computacionalmente representarán al *equipo autómatas*, que llamaremos el *Gerente Autómata*, en futuras competencias empresariales. Estos algoritmos, llamados algoritmos de aprendizaje profundo, aprenden mediante la detección de estructuras complejas en los datos que reciben. Al crear modelos computacionales compuestos por varias capas de procesamiento, se ha conseguido diferentes niveles de dificultad o capacidad de acierto en la toma de decisión de los algoritmos, y por ende, el Gerente Autómata. Para la programación de los diferentes niveles de dificultad se utilizaron los algoritmos explicados en la Sección II.5.5, en especial los algoritmos basados en instancias, cluster análisis, análisis discriminante y redes neuronales. En este caso el aprendizaje fue del tipo no supervisado, es decir, el *gerente autómatas* tomará decisiones en cada periodo de la competencia y en base a los resultados obtenidos aprenderá y tomará nuevas decisiones en los periodos subsiguientes de la competencia. Al final, independientemente de los resultados obtenidos, tanto por los equipos participantes como por el Gerente Autómata, la información generada fue almacenada en un data warehouse, para respaldar el análisis empresarial, mejorar el entrenamiento de la red neuronal, y por ende, la generación de conocimiento que utilizarán los algoritmos de aprendizaje profundo que utiliza el gerente autómatas para la toma de decisiones.

III.7. Pruebas del nuevo sistema programado

El nuevo sistema fue probado en una competencia entre 2 empresas representadas por profesionales del área de la computación, compitiendo con un equipo representado por el *gerente autómatas* (véase pantalla 3.3.10 y 3.3.11),



Pantalla 3.3.10. Opción Administración incluyendo el *Gerente Automata*



Pantalla 3.3.11. Niveles de dificultad del Jugador Automata

durante tres periodos, para evaluar, en primer lugar, la validez y “capacidad analítica” de los algoritmos machine learning, para el aprendizaje en jugadas subsiguientes, y en segundo lugar, la validez de los resultados empresariales obtenidos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la 3ra jugada y resultados obtenidos en la industria al final del periodo 3 (véase pantallas 3.3.12, 3.3.13, 3.3.14 y 3.3.15).

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda	118034	126204
2. Ventas	118034	174124
3. Porcentaje del mercado	36,537	
4. Precio	210	235
5. Inv. en Promoción	2000000	
6. Inv. en Distribución	1500000	
7. Inv. en F.y.E	1500000	
8. Inv. en I.y.D	3000000	

II. Producción

9. Grados Producidos	2	3
10. Costo Prod	44928908	
11. Costo Unit. Prod.	113.19	147.10
12. Cant. Prod.	137000	200000
13. Capacidad Planta	357304	
14. Inventario	18966	25876
15. Valor Invent.	2146923	3806451
16. Ultima Patente	4	

III. Pérdidas y Ganancias Empresa N° 1 Período N° 3

17. Ingresos por Ventas	65706280
18. Costo Merc. vendida	38975533
19. Depreciación	0
20. Gastos Fijos	15026785
21. Gastos Totales	62002318
22. Gananc. antes Imp.	3703962
23. Impuestos	1296387
24. Ganancia neta	2407575

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior	56539440
Beneficios Totales	65706280
Préstamos recibidos	0
Pago de Préstamos	0
Información Adicional	0
Costo Almacén	224210
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	69252080
Erogación Total	69476290
Balance Efectivo actual	52769430

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo	52769430
Valor Inventario	5953374
Valor Actual Planta	119101600
Deudas	0
Total Activos de la Empresa	177824404

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 3.3.12. Resultados obtenidos por la Empresa 1 en Período 3

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda	143896	90054
2. Ventas	150000	90054
3. Porcentaje del mercado	27,876	
4. Precio	205	220
5. Inv. en Promoción	2400000	
6. Inv. en Distribución	1400000	
7. Inv. en F.y.E	1200000	
8. Inv. en I.y.D	3000000	

II. Producción

9. Grados Producidos	1	2
10. Costo Prod	30064078	
11. Costo Unit. Prod.	76.168	109.63
12. Cant. Prod.	150000	170000
13. Capacidad Planta	357304	
14. Inventario	0	79946
15. Valor Invent.	0	8765261
16. Ultima Patente	3	

III. Pérdidas y Ganancias Empresa N° 2 Período N° 3

17. Ingresos por Ventas	50561880
18. Costo Merc. vendida	21298817
19. Depreciación	0
20. Gastos Fijos	15026785
21. Gastos Totales	44325602
22. Gananc. antes Imp.	6236278
23. Impuestos	2182697
24. Ganancia neta	4053581

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior	63037645
Beneficios Totales	50561880
Préstamos recibidos	0
Pago de Préstamos	0
Información Adicional	0
Costo Almacén	399730
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	55273560
Erogación Total	55673290
Balance Efectivo actual	57926235

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo	57926235
Valor Inventario	8765261
Valor Actual Planta	119101600
Deudas	0
Total Activos de la Empresa	185793096

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 3.3.13. Resultados obtenidos por la Empresa 2 en Período 3

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda	183696	122920
2. Ventas	75000	75000
3. Porcentaje del mercado	35.586	
4. Precio	200	280
5. Inv. en Promoción	3500000	
6. Inv. en Distribución	2500000	
7. Inv. en R.y.E	1000000	
8. Inv. en I.y.D	2000000	

II. Producción

9. Grados Producidos	1	3
10. Costo Prod.	17574239	
11. Costo Unit. Prod.	81.629	152.69
12. Cant. Prod.	75000	75000
13. Capacidad Planta	367834	
14. Inventario	0	0
15. Valor Invent.	0	0
16. Ultima Patente	4	

III. Pérdidas y Ganancias Empresa N° 3 Período N° 3

17. Ingresos por Ventas	36000000
18. Costo Merc. vendida	17574239
19. Depreciación	0
20. Gastos Fijos	15026785
21. Gastos Totales	41601024
22. Gananc. antes Imp.	-5601024
23. Impuestos	0
24. Ganancia neta	-5601024

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior	71879422
Beneficios Totales	36000000
Préstamos recibidos	0
Pago de Préstamos	0
Información Adicional	0
Costo Almacén	0
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	41601024
Exposición Total	41601024
Balance Efectivo actual	66278398

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo	66278398
Valor Inventario	0
Valor Actual Planta	122612031
Deudas	0
Total Activos de la Empresa	188890429

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 3.3.14. Resultados obtenidos por la Empresa 3 (Gerente Autómata)

Reporte de la Industria

	Porcentaje Mercado		Ventas		Total Activos	Precio		Grados Producidos	
	A	B	A	B		A	B	A	B
Empresa1	15.03	16.08	118034	174124	177824404	210	235	2	3
Empresa2	18.33	11.47	150000	90054	185793096	205	220	1	2
Empresa3	23.40	15.66	75000	75000	188890429	200	280	1	3

Información de la Industria

Demanda Total	784807	Inv. Total en Distribución	5400000	Fenómenos Aleatorios	
Ventas Totales	682212	Indice Económico	101	Huelga obreros Em	3
Inv. Total en Promoción	7900000	Tasa Interés Préstamos	30.48		

Imprimir Período N° : 3 Aceptar

Pantalla 3.3.15. Resultados obtenidos por la Industria al final del periodo 3

Puede observarse en la Pantalla 3.3.14, que el Gerente Automata:

- Ocupó el 2do lugar en Porcentaje de Mercado, 35.59 %.
- Ocupó el 1er lugar en Capacidad de la Planta, 367834 unidades
- Ocupó el 2do lugar en Costos Unitarios de Producción, 81,63 y 152,69 \$
- Quedó sin inventario, 0 unidades
- Generó al igual que el equipo 1, 4 patentes
- A pesar de haber tenido una pérdida de 5.601.024 \$ en el 3er periodo, terminó con un Balance Actual Efectivo de 66.278.398 \$, superando a las Empresa 1 (52.769.430 \$) y la Empresa 2 (57.926.235 \$).
- Ocupó el 1er lugar en El Valor de la Planta alcanzado (122.612.031 \$), superando a la Empresa 1 y 2, ambas con un valor de 119.101.600 \$.

Complementariamente, en la Pantalla 3.3.15, puede observarse que el sistema generó el evento “Huelga de Obreros”, en la Empresa 3, representada por el Gerente Automata, lo cual disminuyo significativamente la cantidad producida por la Empresa, y por ende, la falta de ganancia en el periodo 3.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

IV.1. Objetivos de la Investigación alcanzados

Como Objetivo General se consiguió desarrollar un Gerente Automata implementado en un nuevo Sistema (Simulador), el cual hemos bautizado SIECE PLUS, mediante la incorporación de algoritmos de Aprendizaje Automático que le dan Inteligencia Artificial al equipo que representa este Jugador Automata. Este nuevo sistema, y por ende, el Gerente Automata fue probado informáticamente validando la efectividad y capacidad de aprendizaje de los algoritmos implementados. Los resultados de esta prueba se presentaron en la sección III.7.

Obviamente, el Objetivo General no se hubiera alcanzado sin un Plan conceptualizado en la Metodología de Investigación seguida, para alcanzar los objetivos específicos:

- Se realizó una extensa investigación bibliográfica y netgráfica cuyo resultado se presentó en el Marco Teórico.
- El Procesamiento de Datos explicado en la Sección III.4, implicó la aplicación de técnicas de Minería de Datos, siguiendo la metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) para la detección de patrones de comportamiento decisional y la selección de decisiones de mayor competitividad.
-
- En la Sección III.5, se expuso la función que cumplen las nuevas ecuaciones incorporadas al modelo Matemático
- En la Sección III.6, se expuso la función de los algoritmos estadístico-matemático desarrollados e implementados computacionalmente para la toma de decisiones autómatas.
- En la Sección II.7, se presentaron los resultados de la prueba del nuevo sistema con el Gerente Automata

Los resultados que muestran que fue alcanzado exitosamente el último Objetivo Específico, y por ende, el Objetivo General, se presentará en la Sección IV.3.

IV.2. Respuesta a las Preguntas de Investigación

Como respuesta a las interrogantes planteadas en la Sección I.5, en concordancia con los Objetivos de Investigación, podemos decir:

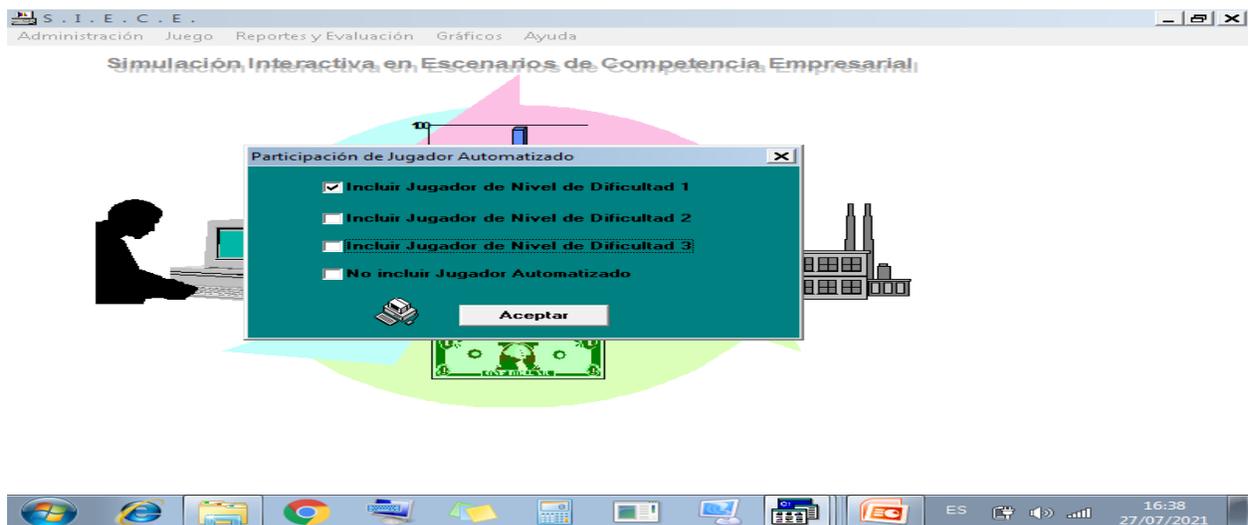
- En base a la Reseña Histórica presentada en la Sección I.3.1. que en el siglo pasado, existió, a partir de la experiencia de la American Management Association en 1956, un gran interés en importantes universidades americanas por el desarrollo de Juegos Gerenciales, como herramienta educativa para el entrenamiento y capacitación de personal directivo de empresas productoras y comercializadoras de productos, pero su difusión estuvo limitada al estar implementados en grandes computadores (mainframes). En las últimas dos décadas se aprecian el Executive Game de la Universidad de California, el OPRAD de la Universidad de Harvard, el MATE (Marketing Analysis Training Exercise) del Tecnológico de Carnegie, el Total Market Environment Simulation del Massachusetts Institute of Technology, entre otros, pero estos desarrollos no estuvieron limitados a las Universidades, así, podemos apreciar los desarrollos realizados por importantes empresas, tales como el Management Decision Making Game de IBM, el Marketing Strategy Simulation Exercise de General Electric, entre otras. Juegos que antes estaban restringidos a un lugar y espacio para su aplicación, por lo difícil de su traslado al estar implementado en grandes computadores, hoy en día gracias al desarrollo de los computadores personales y portátiles, ésta no es una limitación para su difusión. En el presente siglo, encontramos tres importantes organizaciones que han desarrollado y están utilizando Simuladores Gerenciales con fines educativos: La empresa británica LABSAG, con sede en Londres, quienes han desarrollado el Laboratorio de Simulación en Administración y Gerencia, plataforma de diez simuladores que opera por internet; la Universidad de Pensilvania, creadores del Learning Lab, que cuenta con más de diez simuladores; y el Centro de Simulación Empresarial del

Instituto Tecnológico de Monterrey que ofrece un portafolio de nueve juegos gerenciales de tipo general y específico. Para más detalles véase la Sección II.3.7.

- Entre los Simuladores antes mencionados ninguno cuenta con la opción de competir contra un Jugador (Gerente) Automata o al menos no se ha publicitado esa información.
- Entre las metodologías más utilizadas para Minería de Datos (CRISP_DM, SEMMA, Catalyst y Six-Sigma) un estudio publicado por la Comunidad KDnuggets (Data Mining Community's Top Resource) muestra la Metodología CRISP_DM como la mas utilizada y dentro de ella para modelos clasificativos las técnicas de Cluster Analisis y Analisis; y para modelos predictivos la Regresión Multiple y las Redes Neuronales con Algoritmos Genéticos.
- Para responder la última pregunta sobre si “Es programable un algoritmo estadístico matemático, que basado en patrones de comportamiento obtenidos por Data Mining, permita el aprendizaje automático del gerente Automata desarrollado”, en la siguiente sección se hará una demostración de que no solo es posible sino que aporta excelentes resultados.

IV.3. Demostración de Resultados mediante Aplicación Real Empresarial

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos en una competencia realizada entre 2 equipos reales y un equipo representado por el *Gerente Automata*, jugando en el Nivel de menor dificultad (véase pantalla 4.1.1).



Pantalla 4.1.1. Inclusión del Jugador (Gerente Automata).

IV.3.1. Identificación del Escenario de Competencia Empresarial

El escenario de competencia empresarial estuvo ubicado en el ambiente “imaginario” de una industria a la cual pertenecen las empresas (equipos) participantes, por ende, todas estas empresas, así como, la representada por el *Gerente Automata*, fabrican y comercializan el mismo tipo de producto, diferenciándose entre ellas por la funcionalidad, calidad e innovación de sus productos.

Por consenso dentro de cada Empresa, los integrantes se autoasignaron la Gerencia que representaría cada integrante del Equipo, así como también, el nombre de la Empresa y el facilitador el nombre de la Empresa que estaría representada por el Gerente Automata, obteniéndose los siguientes resultados:

- La **Empresa 1**, de nombre *SpeedBike, C.A.*, estuvo representado por *gerentes reales*, provenientes de empresas reales, con amplia experiencia en la toma de decisiones gerenciales, pero sin formación académica en la materia.

COMPETENCIA EMPRESARIAL CON GERENTE AUTOMATA

Participantes del Juego Gerencial Inversiones

DECISIONES GERENCIALES EMPRESARIALES

Equipos de 6 Participantes En 3 Empresas

Empresa N° Nombre de la Empresa:

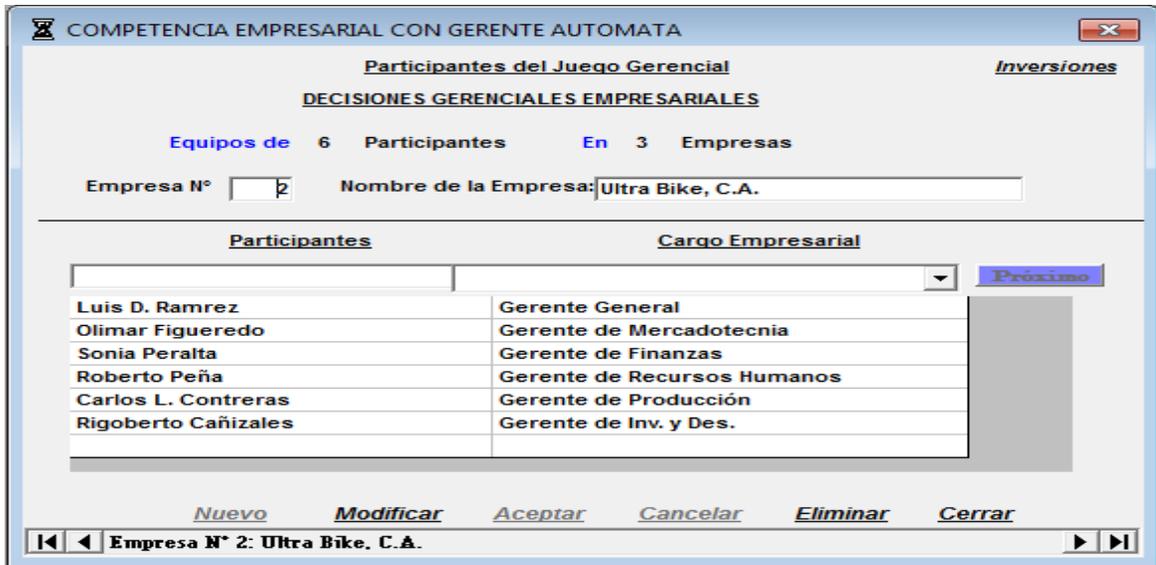
<u>Participantes</u>	<u>Cargo Empresarial</u>	
		<input type="button" value="Próximo"/>
Luis Salazar	Gerente General	
Raul Colmenares	Gerente de Mercadotecnia	
Hector Rivas	Gerente de Producción	
Maritza Olivares	Gerente de Recursos Humanos	
Pedro Ramirez	Gerente de Finanzas	
Carlos Suárez	Gerente de Inv. y Des.	

[Nuevo](#) [Modificar](#) [Aceptar](#) [Cancelar](#) [Eliminar](#) [Cerrar](#)

Empresa N° 1: SpeedBike, C.A.

Pantalla 4.1.2. Integrantes de la Empresa 1 con sus respectivos cargos gerenciales

- La **Empresa 2**, de nombre *Ultra Bike, C.A.*, estuvo representada por *egresados de un Postgrado de Gerencia*, con excelente formación académica en ciencias gerenciales, pero sin experiencia en el ejercicio como gerentes empresariales.



Pantalla 4.1.3. Integrantes de la Empresa 2 con sus respectivos cargos gerenciales

- La **Empresa 3**, de nombre *Automatic, C.A.*, estuvo representada por el Gerente Automata, incluido en Sistema Automatizado con la capacidad decisional que le da los algoritmos computacionales de aprendizaje automático (machine learning) y aprendizaje profundo (deep learning) implementados.



Pantalla 4.1.4. Integrantes de la Empresa 3 con sus respectivos cargos gerenciales

Antes de dar inicio a la competencia, se seleccionó por consenso que todas las empresas *pertenecerían* a la industria fabricante de *vehículos de dos ruedas de pedaleo asistido* (bicicletas eléctricas) y que se encontraban en las mismas condiciones, para lo cual el facilitador de la competencia (autor), hizo entrega de los siguientes datos (véase Tabla 4.1.1).

Tabla 4.1.1. Valores iniciales para cada empresa participante en la competencia

Unidad Monetaria	Dólar americano (\$)	Nombre del Producto	Bicicleta Eléctrica
Clientela Promedio Base	240.000	Inventario Inicial:	0
Precio Base del Producto Grado I	190.00	Monto Máximo de Préstamo Bancario	20.000.000,00
Costo Unitario del Producto Grado I	70.00	Interés Bancario para Préstamo	30%
Gastos fijos aproximados	14.500.000,00	Impuesto Empresarial	30%
Capacidad de Producción	270.000	Patentes	1
Capital de Trabajo	60.000.000,00	Índice Económico	
Valor de la Planta	100.000.000,00	Máximo Número de Grados Mercadeables	2

IV.3.2. Establecimiento de Reglas para la Competencia Empresarial

Puesto que cada equipo participaba por primera vez en este tipo de competencia, el facilitador hizo entrega de las siguientes reglas:

1. Cada equipo debe tomar decisiones respecto a:

- Precio del Producto
-
- Inversión en Promoción (Propaganda y Publicidad)
-
- Inversión en Reclutamiento y Entrenamiento
- Inversión en Distribución del Producto
- Inversión en Investigación y Desarrollo (Producto y Proceso)
- Estimado de ventas (Empresa e Industria)

Adicionalmente si fuera necesario:

- Solicitar Préstamo
- Comprar Información Adicional (de la Industria o de otras empresas).

Decisiones del Período

Precios	Producción (unidades)	Inversión en Promoción
Grado 1 : \$ <input type="text"/>	Grado 1 : <input type="text"/>	Propaganda : \$ <input type="text"/>
Grado 2 : \$ <input type="text"/>	Grado 2 : <input type="text"/>	Publicidad : \$ <input type="text"/>
Grado 3 : \$ <input type="text"/>	Grado 3 : <input type="text"/>	
Grado 4 : \$ <input type="text"/>	Grado 4 : <input type="text"/>	

Otras Inversiones

Reclutamiento y Entrenamiento : \$

Distribución : \$

Estimados de la Empresa

Estimado Porcentaje de Ventas

Estimado de ventas totales (unidades)

Préstamos

Monto solicitado

Empresa N° 1

Pantalla 4.1.5. Formato para ingresar decisiones gerenciales de cada Equipo

2. Cada Equipo debe entregar al Facilitador o al Asistente una copia de las decisiones tomadas para ser introducidas al sistema automatizado.
3. El Facilitador alimentará al Sistema Automatizado con las decisiones de cada equipo para realizar la simulación del período correspondiente. Asimismo, el Asistente alimentará el sistema de soporte con estas decisiones para la evaluación posterior de las mismas.
4. Durante el “juego gerencial” pueden presentarse, en cualquier período, eventos aleatorios o como consecuencia de las decisiones de los equipos:

Eventos que afectarían o beneficiarían a todas las Empresas:

- Golpes Inflacionarios
- Huelgas de Proveedores
- Apertura de importación
- Baja de Precios de Materiales y/o Materia Prima

Eventos que afectarían o beneficiarían a alguna Empresas en particular:

- Huelga de Obreros
- Huelga de Distribuidores
- Protesta de los Consumidores
- Fenómeno Natural
- Descubrimiento Afortunado o Investigación Exitosa
- Campaña Promocional Exitosa

5. Una vez alimentado el Simulador con la decisiones de las 2 empresas e incorporadas automáticamente las decisiones del Gerente Automata (Empresa 3) el operador ejecutará la Simulación y entregará a cada equipo dos tipos de reporte:
 - Un reporte de la Empresa para análisis y toma de decisiones en el próximo período.

- Un reporte de Industria, con información global de todas las Empresas y del mercado.
6. La información de estos reportes también será utilizada por el Sistema de Soporte, que operará el asistente, para la determinación del ganador en cada período.
 7. El juego terminará sí:
 - Una de las Empresas quiebra.
 - Se cumple el número de períodos fijados.
 - Termina el tiempo máximo establecido.
 8. El Facilitador expondrá un conjunto de gráficos donde se refleja el comportamiento de los diferentes equipos.
 9. El Asistente determinará con el Sistema de Soporte, en base a las decisiones de cada equipo en los diferentes períodos, el equipo ganador como empresa y el equipo ganador como pronosticador en base a las siguientes variables:
 10. *Determinación del equipo ganador como empresa:* Para ello se tomará en cuenta los valores finales obtenidos por cada empresa en cuanto a:

Porcentaje de mercado	Número de Patentes	Capacidad de Planta	Valor de la Planta	Capital de trabajo	Inventario	Costo Unitario
-----------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------	------------	----------------

Restricciones Generales

- Ninguna Empresa podrá invertir más dinero del que posee en efectivo al inicio del período actual.
- Cualquier Empresa puede solicitar, a partir del segundo período, dos préstamos de hasta un tercio del capital de trabajo asignado al comienzo del juego. El monto del préstamo debe ser cancelado dentro de tres períodos.

- Ninguna Empresa puede tener en venta más de dos grados (productos) y en caso de poseer inventario de dos grados distintos, sólo podrá fabricar y vender productos de estos mismos grados.

Una Empresa quedará en quiebra, sí:

- No posee un balance en efectivo positivo y ha solicitado ya los dos préstamos a que tiene derecho.
- No posee ni puede proveerse de efectivo suficiente para afrontar el pago de un préstamo contraído.

IV.3.3. Primer Periodo de la Competencia

La competencia empresarial se realizó el 27/07/2021, iniciando a las 16:38. Las decisiones tomadas, en el Primer Periodo de Competencia, por las Empresas 1 y 2, se presentan a continuación:

Pantalla 4.1.6. Decisiones de Empresa 1

Pantalla 4.1.7. Decisiones de Empresa 2

PERIODO 1

Al introducirse estas decisiones al Simulador, el Gerente Automata tomo sus decisiones.

Los resultados obtenidos en esta Primera Jugada, para cada una de las Empresas y el Resultado Global en la Industria, se presentan a continuación:

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda 248221
 2. Ventas 248221
 3. Porcentaje del mercado 33.029
 4. Precio 190
 5. Inv. en Promoción 4000000
 6. Inv. en Distribución 2000000
 7. Inv. en R. y E. 1000000
 8. Inv. en I. y D. 3000000

II. Producción

9. Grados Producidos 1
 10. Costo Prod. 20317359
 11. Costo Unit. Prod. 78.143
 12. Cant. Prod. 260000
 13. Capacidad Planta 318000
 14. Inventario 11779
 15. Valor Invent. 920454
 16. Ultima Patente 1

III. Pérdidas y Ganancias

17. Ingresos por Ventas 47161990
 18. Costo Merc. vendida 19396905
 19. Depreciación 0
 20. Gastos Fijos 14892857
 21. Gastos Totales 44289762
 22. Gananc. antes Imp. 2872228
 23. Impuestos 1005280
 24. Ganancia neta 1866948

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior 60000000
 Beneficios Totales 47161990
 Préstamos recibidos 0
 Pago de Préstamos 0
 Información Adicional 0
 Costo Almacén 58895
 (5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23) 46215496
 Erupación Total 46274391
 Balance Efectivo actual 60887599

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo 60887599
 Valor Inventario 920454
 Valor Actual Planta 106000000
 Deudas 0
 Total Activos de la Empresa 167808053

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 4.1.8. Resultados de la Primera Jugada en la Empresa 1 – SpeedBike C.A.

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda 258002
 2. Ventas 258002
 3. Porcentaje del mercado 34.331
 4. Precio 200
 5. Inv. en Promoción 4000000
 6. Inv. en Distribución 2000000
 7. Inv. en R. y E. 1500000
 8. Inv. en I. y D. 5000000

II. Producción

9. Grados Producidos 1
 10. Costo Prod. 20951348
 11. Costo Unit. Prod. 77.597
 12. Cant. Prod. 270000
 13. Capacidad Planta 318000
 14. Inventario 11998
 15. Valor Invent. 931015
 16. Ultima Patente 2

III. Pérdidas y Ganancias

17. Ingresos por Ventas 51600400
 18. Costo Merc. vendida 20020332
 19. Depreciación 0
 20. Gastos Fijos 14892857
 21. Gastos Totales 47413189
 22. Gananc. antes Imp. 4187211
 23. Impuestos 1465524
 24. Ganancia neta 2721687

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior 60000000
 Beneficios Totales 51600400
 Préstamos recibidos 0
 Pago de Préstamos 0
 Información Adicional 0
 Costo Almacén 59990
 (5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23) 49809729
 Erupación Total 49869719
 Balance Efectivo actual 61730681

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo 61730681
 Valor Inventario 931015
 Valor Actual Planta 106000000
 Deudas 0
 Total Activos de la Empresa 168661696

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 4.1.9. Resultados de la Primera Jugada en la Empresa 2 – Ultra Bike C.A

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda 245286
 2. Ventas 245286
 3. Porcentaje del mercado 32.639
 4. Precio 200
 5. Inv. en Promoción 3500000
 6. Inv. en Distribución 2500000
 7. Inv. en P.y.E 1000000
 8. Inv. en I.y.D 2000000

II. Producción

9. Grados Producidos 1
 10. Costo Prod 24985279
 11. Costo Unit. Prod. 83.284
 12. Cant. Prod. 300000
 13. Capacidad Planta 311706
 14. Inventario 54714
 15. Valor Invent. 4556815
 16. Ultima Patente 1

III. Pérdidas y Ganancias Empresa N° 3 Período N° 1

17. Ingresos por Ventas 49057200
 18. Costo Merc. vendida 20428463
 19. Depreciación 0
 20. Gastos Fijos 14892857
 21. Gastos Totales 44321320
 22. Gananc. antes Imp. 4735880
 23. Impuestos 1657558
 24. Ganancia neta 3078322

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior 60000000
 Beneficios Totales 49057200
 Préstamos recibidos 0
 Pago de Préstamos 0
 Información Adicional 0
 Costo Almacén 273570
 (5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23) 50535694
 Errogación Total 50809264
 Balance Efectivo actual 58247936

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo 58247936
 Valor Inventario 4556815
 Valor Actual Planta 103902318
 Deudas 0
 Total Activos de la Empresa 166707069

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 4.1.10. Resultados de la Primera Jugada en la Empresa 3 – Automatic C.A.

Como resultados en la Industria a la cual pertenecen las Empresas, se obtuvo los siguientes:

Reporte de la Industria

	Porcentaje Mercado		Ventas		Total Activos	Precio		Grados Producidos	
	A	B	A	B		A	B	A	B
Empresa1	33.02		248221		167808053	190		1	
Empresa2	34.33		258002		168661696	200		1	
Empresa3	32.63		245286		166707069	200		1	

Información de la Industria

Demanda Total 751510
 Ventas Totales 751509
 Inv. Total en Promoción 11500000
 Inv. Total en Distribución 6500000
 Índice Económico 100
 Tasa Interés Préstamos 30

Fenómenos Aleatorios

Imprimir Período N°: 1 Aceptar

Pantalla 4.1.11. Resultados de la Primera Jugada en la Industria

Análisis de la Primera Jugada: Inicialmente el Simulador asigna un 33.33% del mercado a cada empresa, luego puede observarse que la empresa 2 supera a las Empresas 1 y 2 en % de mercado, es la única que ha generado una nueva patente y produjo con el menor costo unitario. Las tres Empresas obtuvieron ganancias sobresaliendo la Empresa 3 (Gerente Automata), pero esta última está por debajo, en cuanto a Valor de la Planta y Capacidad de la Planta y le quedó mayor inventario. En los puntos 5, 6, 7 y 8 de los respectivos reportes recibidos por las Empresas puede apreciarse que la Empresa 2 fue la que más invirtió en Investigación y Desarrollo, y en Reclutamiento y Entrenamiento. En el Reporte de la Industria puede apreciarse que la Demanda Total fue cubierta por las tres Empresas, el Índice Económico no cambió y no se presentó ningún evento que favoreciera o perjudicara a alguna de las Empresas.

IV.3.4. Segundo Periodo de la Competencia

Con los reportes recibidos los Equipos 1 y 2, analizaron los resultados y tomaron nuevas decisiones para una Segunda Jugada. La Empresa 3 lo hizo de forma automática, por lo tanto, queda almacenada directamente en el Simulador.

Pantalla 4.1.12. Decisiones de Empresa 1

Pantalla 4.1.13. Decisiones de Empresa 2

PERIODO 2

Los resultados obtenidos en la Segunda Jugada, para cada una de las Empresas y el Resultado Global en la Industria, se presentan a continuación:

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas		II. Producción		Empresa N° 1 Período N° 2	
1. Demanda	154988	9. Grados Producidos	1	III. Pérdidas y Ganancias	
2. Ventas	222650	10. Costo Prod	19934121	17. Ingresos por Ventas	42303500
3. Porcentaje del mercado	27.772	11. Costo Unit. Prod.	71.193	18. Costo Merc. vendida	15933054
4. Precio	190	12. Cant. Prod.	280000	19. Depreciación	0
5. Inv. en Promoción	3500000	13. Capacidad Planta	337080	20. Gastos Fijos	14624999
6. Inv. en Distribución	2000000	14. Inventario	69129	21. Gastos Totales	42058053
7. Inv. en R. y E	2000000	15. Valor Invent.	4921520	22. Gananc. antes Imp.	245447
8. Inv. en I. y D	4000000	16. Ultima Patente	1	23. Impuestos	85906
IV. Declaración de Efectivos		V. Balance Global		24. Ganancia neta	159541
Balance Efectivo anterior	60887599	Balance Actual Efectivo	56769557		
Beneficios Totales	42303500	Valor Inventario	4921520		
Préstamos recibidos	0	Valor Actual Planta	112360000		
Pago de Préstamos	0	Deudas	0		
Información Adicional	0	Total Activos de la Empresa	174051077		
Costo Almacén	276516				
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	46145026				
Eragación Total	46421542				
Balance Efectivo actual	56769557				

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 4.1.14. Resultados de la Segunda Jugada en la Empresa 1 – SpeedBike, C.A.

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas		II. Producción		Empresa N° 2 Período N° 2	
1. Demanda	247552 233231	9. Grados Producidos	1 2	III. Pérdidas y Ganancias	
2. Ventas	111998 200000	10. Costo Prod	27514198	17. Ingresos por Ventas	63279620
3. Porcentaje del mercado	44.359	11. Costo Unit. Prod.	70.933 102.10	18. Costo Merc. vendida	28445213
4. Precio	190 210	12. Cant. Prod.	100000 200000	19. Depreciación	0
5. Inv. en Promoción	4000000	13. Capacidad Planta	337080	20. Gastos Fijos	14624999
6. Inv. en Distribución	2500000	14. Inventario	0 0	21. Gastos Totales	56070212
7. Inv. en R. y E	2000000	15. Valor Invent.	0 0	22. Gananc. antes Imp.	7209408
8. Inv. en I. y D	4500000	16. Ultima Patente	3	23. Impuestos	2523293
IV. Declaración de Efectivos		V. Balance Global		24. Ganancia neta	4686115
Balance Efectivo anterior	61730681	Balance Actual Efectivo	67347811		
Beneficios Totales	63279620	Valor Inventario	0		
Préstamos recibidos	0	Valor Actual Planta	112360000		
Pago de Préstamos	0	Deudas	0		
Información Adicional	0	Total Activos de la Empresa	179707811		
Costo Almacén	0				
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	57662490				
Eragación Total	57662490				
Balance Efectivo actual	67347811				

Imprimir Siguiente Empresa

Pantalla 4.1.15. Resultados de la Segunda Jugada en la Empresa 2 – Ultra Bike, C.A.

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda 155514
 2. Ventas 223405
 3. Porcentaje del mercado 27.867
 4. Precio 200
 5. Inv. en Promoción 3500000
 6. Inv. en Distribución 2500000
 7. Inv. en R. y E. 1000000
 8. Inv. en I. y D. 2000000

II. Producción

9. Grados Producidos 1
 10. Costo Prod. 19754327
 11. Costo Unit. Prod. 80.535
 12. Cant. Prod. 245286
 13. Capacidad Planta 336211
 14. Inventario 76595
 15. Valor Invent. 6168646
 16. Última Patente 2

III. Pérdidas y Ganancias Empresa N° 3 Período N° 2

17. Ingresos por Ventas 44681000
 18. Costo Merc. vendida 18142495
 19. Depreciación 0
 20. Gastos Fijos 14624999
 21. Gastos Totales 41767494
 22. Gananc. antes Imp. 2913506
 23. Impuestos 1019727
 24. Ganancia neta 1893779

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior 58247936
 Beneficios Totales 44681000
 Préstamos recibidos 0
 Pago de Préstamos 0
 Información Adicional 0
 Costo Almacén 382975
 (5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23) 44399053
 Exposición Total 44782028
 Balance Efectivo actual 58146908

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo 58146908
 Valor Inventario 6168646
 Valor Actual Planta 112070851
 Deudas 0
 Total Activos de la Empresa 176386405

Imprimir Siguiendo Empresa

Pantalla 4.1.16. Resultados de la Segunda Jugada en la Empresa 3 – Automatic C.A.

Reporte de la Industria

	Porcentaje Mercado		Ventas		Total Activos	Precio		Grados Producidos	
	A	B	A	B		A	B	A	B
Empresa1	19.58		222650		174051077	190		1	
Empresa2	31.28	29.47	111998	200000	179707811	190	210	1	2
Empresa3	19.65		223405		176386405	200		1	

Información de la Industria

Demanda Total 791287
 Ventas Totales 758053
 Inv. Total en Promoción 11000000
 Inv. Total en Distribución 7000000
 Índice Económico 98
 Tasa Interés Préstamos 29.04

Fenómenos Aleatorios

Publicidad exitosa {3}
 Publicidad exitosa {3}
 Publicidad exitosa {3}
 Publicidad exitosa {3}

Imprimir Período N° : 2 Aceptar

Pantalla 4.1.17. Resultados de la Segunda Jugada en la Industria

Análisis de la Segunda Jugada: Los resultados de la Segunda Jugada muestran claramente como la Empresa 1 empieza a rezagarse al tener el menor porcentaje de mercado, no haber generado una nueva patente, tener el mayor inventario y haber generado la más baja ganancia. La Empresa 2, por su parte, sobresale al haber alcanzado el 44.36% del mercado, haber vendido 2 productos en su totalidad de producción, por lo tanto, no le quedo inventario, generó una tercera patente y obtuvo la mayor ganancia. La Empresa 3, representada por el Gerente Automata se ubica en segundo lugar, aunque superando por poco a la Empresa 1 en cuanto a ganancia obtenida, haber generado una nueva patente y mejor % de mercado, este último, quizás influenciado por la “publicidad exitosa” reflejada en el Reporte de la Industria. En cuanto a inversión se aprecia que la Empresa 2 fue la que invirtió más en Promoción e Investigación y Desarrollo. En el Reporte de la Industria puede verse que la demanda total no fue cubierta y que el Índice económico bajo a 98 %, posiblemente afectando las ventas totales durante el periodo de competencia.

IV.3.5. Tercer Periodo de la Competencia

Con los reportes recibidos los Equipos 1 y 2, analizaron los resultados y tomaron nuevas decisiones para una Tercera Jugada. La Empresa 3 lo hizo de forma automática, por lo tanto, queda almacenada directamente en el Simulador. En esta ocasión, la Empresa 1, al verse en desventaja al no haber generado una nueva patente, decidió comprar “información adicional”, para conocer cuanto estaban invirtiendo las Empresas 2 y 3 en Investigación y Desarrollo. A continuación, se muestran las pantallas correspondientes:

Pantalla 4.1.18. Decisiones de Empresa 1

Pantalla 4.1.19. Decisiones de Empresa 2

PERIODO 3

Información Adicional

Ventas Totales por Empresa y grado
 Promoción Acumulada media por Empresa
 Efectivo por Empresa
 I y D Acumulada media por Empresa
 Total Activos por Empresa
 Distribución Acumulada media por Empresa
 Inv. en Promoción por Empresa
 R y E Acumulada media por Empresa
 Inv. en Distribución por Empresa
 Inventarios por grado de la Industria
 Inv. en Inv y Des. por Empresa
 Inventarios por grado por Empresa
 Inv en R y E por Empresa
 Deudas de Préstamos por Empresa, montos
 Índice Economico Período siguiente
 N° de Préstamos solicitados por Empresa
 Producción Acumulada media por Empresa
 Producción por Empresa y Grado



Pantalla 4.1.20. Solicitud de Información Adicional para Empresa 1

Los resultados obtenidos en la Tercera Jugada, para cada una de las Empresas y el Resultado Global en la Industria, se presentan a continuación:

Reporte de Empresa

Empresa N° 1 Período N° 3

I. Análisis de Ventas

1. Demanda 185104
 2. Ventas 215762
 3. Porcentaje del mercado 27.475
 4. Precio 190
 5. Inv. en Promoción 5000000
 6. Inv. en Distribución 2000000
 7. Inv. en R y E 3000000
 8. Inv. en I y D 5000000

II. Producción

9. Grados Producidos 1
 10. Costo Prod 19747579
 11. Costo Unit. Prod. 65.825
 12. Cant. Prod. 300000
 13. Capacidad Planta 357304
 14. Inventario 153367
 15. Valor Invent. 10095423
 16. Última Patente 2

III. Pérdidas y Ganancias

17. Ingresos por Ventas 40994780
 18. Costo Merc. vendida 14573675
 19. Depreciación 0
 20. Gastos Fijos 14758928
 21. Gastos Totales 44531803
 22. Gananc. antes Imp. -3537023
 23. Impuestos 0
 24. Ganancia neta -3537023

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior 56769557
 Beneficios Totales 40994780
 Préstamos recibidos 0
 Pago de Préstamos 0
 Información Adicional 199200
 Costo Almacén 613468
 (5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23) 49506507
 Errogación Total 50319175
 Balance Efectivo actual 47445162

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo 47445162
 Valor Inventario 10095423
 Valor Actual Planta 119101600
 Deudas 0
 Total Activos de la Empresa 176642185

Pantalla 4.1.21. Resultados de la Tercera Jugada en la Empresa 1 – SpeedBike, C.A.

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda	140317	255071
2. Ventas	140317	180000
3. Porcentaje del mercado	45.708	
4. Precio	210	220
5. Inv. en Promoción	4500000	
6. Inv. en Distribución	2500000	
7. Inv. en R. y E	2500000	
8. Inv. en I. y D	5000000	

II. Producción

9. Grados Producidos	2	3
10. Costo Prod	36477904	
11. Costo Unit. Prod.	95.015	123.47
12. Cant. Prod.	150000	180000
13. Capacidad Planta	357304	
14. Inventario	9683	0
15. Valor Invent.	920039	0
16. Ultima Patente	4	

III. Pérdidas y Ganancias

17. Ingresos por Ventas	69066570
18. Costo Merc. vendida	35557864
19. Depreciación	0
20. Gastos Fijos	14758928
21. Gastos Totales	64816792
22. Gananc. antes Imp.	4249778
23. Impuestos	1487422
24. Ganancia neta	2762356

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior	67347811
Beneficios Totales	69066570
Préstamos recibidos	0
Pago de Préstamos	0
Información Adicional	0
Costo Almacén	38732
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	67224254
Enajenación Total	67262986
Balance Efectivo actual	69151395

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo	69151395
Valor Inventario	920039
Valor Actual Planta	119101600
Deudas	0
Total Activos de la Empresa	189173034

Imprimir **Siguiente Empresa**

Pantalla 4.1.22. Resultados de la Tercera Jugada en la Empresa 2 – Ultra Bike, C.A.

Reporte de Empresa

I. Análisis de Ventas

1. Demanda	180658	82318
2. Ventas	150000	82318
3. Porcentaje del mercado	26.815	
4. Precio	200	240
5. Inv. en Promoción	3500000	
6. Inv. en Distribución	1250000	
7. Inv. en R. y E	1000000	
8. Inv. en I. y D	2000000	

II. Producción

9. Grados Producidos	1	2
10. Costo Prod	22954574	
11. Costo Unit. Prod.	79.339	114.20
12. Cant. Prod.	73405	150000
13. Capacidad Planta	367834	
14. Inventario	0	67682
15. Valor Invent.	0	7729571
16. Ultima Patente	3	

III. Pérdidas y Ganancias

17. Ingresos por Ventas	49756320
18. Costo Merc. vendida	21393649
19. Depreciación	0
20. Gastos Fijos	14758928
21. Gastos Totales	43902577
22. Gananc. antes Imp.	5853743
23. Impuestos	2048810
24. Ganancia neta	3804933

IV. Declaración de Efectivos

Balance Efectivo anterior	58146908
Beneficios Totales	49756320
Préstamos recibidos	0
Pago de Préstamos	0
Información Adicional	0
Costo Almacén	338410
(5 + 6 + 7 + 8 + 10 + 20 + 23)	47512312
Enajenación Total	47850722
Balance Efectivo actual	60052506

V. Balance Global

Balance Actual Efectivo	60052506
Valor Inventario	7729571
Valor Actual Planta	122612031
Deudas	0
Total Activos de la Empresa	190394108

Imprimir **Siguiente Empresa**

Pantalla 4.1.23. Resultados de la Tercera Jugada en la Empresa 3 – Automatic C.A.

	Porcentaje Mercado		Ventas		Total Activos	Precio		Grados Producidos	
	A	B	A	B		A	B	A	B
Empresa1	21.94		215762		176642185	190		1	
Empresa2	16.63	30.24	140317	180000	189173034	210	220	2	3
Empresa3	21.41	9.759	150000	82318	190394108	200	240	1	2

Información de la Industria				Fenómenos Aleatorios	
Demanda Total	843471	Inv. Total en Distribución	5750000	Huelga distrib Emp	3
Ventas Totales	768397	Índice Económico	99		
Inv. Total en Promoción	13000000	Tasa Interés Préstamos	29.52		

Período N° : 3

Pantalla 4.1.24. Resultados de la Tercera Jugada en la Industria

Análisis de la Tercera Jugada: Los resultados de la Tercera Jugada muestran claramente como la Empresa 1 mejoro al conseguir producir a un bajo costo unitario, generar una patente y aumentar su producción, no obstante, sus ventas fueron bajas quedándole mucho inventario y por ende, generando perdidas. Por su parte la Empresa 2 continuó diferenciándose al alcanzar un elevado % de mercado, llegando a 4 patentes y quedando con el menor inventario. La Empresa 3, representada por el Gerente Automata, generó una nueva patente, obtuvo la mayor ganancia y quedó con poco inventario del producto 2 a pesar de haberse presentado el evento “huelga de distribuidores” como puede apreciarse en el Reporte de la Industria. En cuanto a inversiones se aprecia que la Empresa 1 incremento la inversión en Investigación y Desarrollo, posiblemente apoyándose en la Información Adicional comprada.

IV.3.6. Selección del Equipo ganador de la Competencia

Para la Selección del Equipo Ganador de la Competencia se alimentó el Sistema de Soporte con los valores obtenidos en las siguientes variables por cada Empresa, en cada Periodo.

% de mercado	Número de Patentes	Capacidad de Planta	Valor de la Planta	Capital de trabajo	Inventario	Costo Unitario
--------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------	------------	----------------

Obteniéndose los siguientes resultados:

COMPETENCIA EMPRESARIAL CON GERENTE AUTOMATA
DECISIONES GERENCIALES EN COMPETENCIA *Pronóstico*

Número de 3 Período N° 1

Variables Evaluadas

Num.	Empresa	% Mercado	Patentes	Cap. Planta (Un.)	Val. Planta (Do)	Cpt. Trabajo (Do)	Inventario (Un.)	Costo Unit. (Do)
1	SpeedBike, I	33,03	1	318.000,00	106.000.000,00	61.808.013,00	11.779	78,14
2	Ultra Bike, C	34,33	2	318.000,00	106.000.000,00	62.661.696,00	11.998	77,60
3	Automatic, I	32,64	1	311.706,00	103.902.318,00	62.804.751,00	54.714	83,28

Puntuación Obtenida en las Variables Evaluadas

Num.	Empresa	% Mercado	Patentes	Cap. Planta	Val. Planta	Cpt. Trabajo	Inventario	Costo Unit.	Defmt.	Pos.
1	SpeedBike, I	19,24	10,00	20,00	20,00	19,68	19,18	19,86	18,28	2
2	Ultra Bike, C	20,00	20,00	20,00	20,00	19,95	19,16	20,00	19,87	1
3	Automatic, I	19,02	10,00	19,60	19,60	20,00	16,18	18,64	17,58	3

Pantalla 4.1.25. Puntuación obtenida en la Primera Jugada-Ganador Empresa 2

COMPETENCIA EMPRESARIAL CON GERENTE AUTOMATA
DECISIONES GERENCIALES EN COMPETENCIA *Pronóstico*

Número de 3 Período N° 2

Variables Evaluadas

Num.	Empresa	% Mercado	Patentes	Cap. Planta (Un.)	Val. Planta (Do)	Cpt. Trabajo (Do)	Inventario (Un.)	Costo Unit. (Do)
1	SpeedBike, I	27,77	1	337.080,00	112.360.000,00	61.691.077,00	69.129	71,19
2	Ultra Bike, C	44,36	3	337.080,00	112.360.000,00	67.347.811,00	0	86,52
3	Automatic, I	27,87	2	336.211,00	112.070.851,00	64.315.554,00	76.595	80,54

Puntuación Obtenida en las Variables Evaluadas

Num.	Empresa	% Mercado	Patentes	Cap. Planta	Val. Planta	Cpt. Trabajo	Inventario	Costo Unit.	Defmt.	Pos.
1	SpeedBike, I	12,52	6,67	20,00	20,00	18,32	17,29	20,00	16,40	3
2	Ultra Bike, C	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	16,46	19,49	1
3	Automatic, I	12,57	13,33	19,95	19,95	19,10	17,00	17,68	17,08	2

Pantalla 4.1.26. Puntuación obtenida en la Segunda Jugada-Ganador Empresa 2

◆ Análisis Cuantitativo Empresarial

COMPETENCIA EMPRESARIAL CON GERENTE AUTOMATA

DECISIONES GERENCIALES EN COMPETENCIA *Pronóstico*

Número de **3** Período N° **3**

Variables Evaluadas

Num.	Empresa	% Mercado	Patentes	Cap. Planta (Un.)	Val. Planta (Do)	Cpt. Trabajo (Do)	Inventario (Un.)	Costo Unit. (Do)
1	SpeedBike, l	27,48	2	357.304,00	119.101.600,00	57.540.585,00	153.367	65,83
2	Ultra Bike, C	45,71	4	357.304,00	119.101.600,00	69.243.404,00	9.683	109,25
3	Automatic, l	26,82	3	367.834,00	122.612.031,00	67.782.077,00	67.682	96,77

Puntuación Obtenida en las Variables Evaluadas

Num.	Empresa	% Mercado	Patentes	Cap. Planta	Val. Planta	Cpt. Trabajo	Inventario	Costo Unit.	Defint.	Pos.
1	SpeedBike, l	12,02	10,00	19,43	19,43	16,62	16,80	20,00	16,33	3
2	Ultra Bike, C	20,00	20,00	19,43	19,43	20,00	19,80	12,05	18,67	1
3	Automatic, l	11,73	15,00	20,00	20,00	19,58	18,59	13,61	16,93	2

Pantalla 4.1.27. Puntuación obtenida en la Tercera Jugada-Ganador Empresa 2

IV.3.7. Posición ocupada por el Gerente Automata

Una vez realizado tres periodos (jugadas) de competencia, en la Pantalla 4.1.26, puede observarse que la Empresa 3 – Automatic, C.A. , representada por el Gerente Automata, ocupó el 2do Lugar en la Competencia Empresarial, con una calificación de 16.93 puntos y los siguientes valores en las variables evaluadas:

Tabla 4.6.1. Valores alcanzados por el Gerente Automata al final de la Competencia

Porcentaje de mercado	Número de Patentes	Capacidad de Planta	Valor de la Planta	Capital de trabajo	Inventario de productos	Costo Unitario de Producción
26,82	3	367.834	122.612.031	67.782.077	67.682	96,77
%		unidades	\$	\$	unidades	\$

IV.4. Discusión de Resultados

La Competencia Empresarial se realizó durante tres periodos. El Análisis de Resultados realizado después de cada jugada mostró el comportamiento de las tres Empresas (Equipos) participantes y finalmente se determinó que la Empresa 2 – Untra Bike, C.A. representada por egresados de un Postgrado de Gerencia, con formación académica en toma de decisiones gerenciales, resultó ganadora, La Empresa 3 – Automatic, C.A., representada por el Gerente Autómata ocupó el 2do lugar y la Empresa 1 – SpeedBike, C.A., representada por Gerentes Reales de Empresas pero sin formación académica, ocuparon el 3er lugar. No obstante, dado que el presente trabajo de investigación tenía como objetivo determinar si era factible crear un Gerente Autómata, no debe verse los resultados de la Empresa 3 en cuanto a la posición ocupada en la competencia, sino en cuanto a las decisiones tomadas automáticamente y los resultados que obtuvo dicha Empresa. Se utilizó el Simulador incluyendo un Jugador Autómata (Gerente Autómata) en el primer nivel de dificultad en vista que los participantes no tenían experiencia en este tipo de competencia.

CONCLUSIONES

Culminado el presente trabajo de investigación consideramos haber alcanzado el objetivo propuesto - desarrollar un Gerente Autómata – constituido por un conjunto de algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, implementado en un Sistema Programado (Simulador) que hemos bautizado como SIECE PLUS. Se utilizaron fundamentos de la Simulación Gerencial; una metodología de Minería de Datos apoyada por técnicas y herramientas; un modelo matemático conformado por ecuaciones aritméticas, diferenciales y probabilísticas; algoritmos estadístico-matemáticos de Machine Learning y Deep Learning y una metodología orientada a objetos para el desarrollo del sistema programado.

Se cumplió con los objetivos específicos planteados, se dio respuesta a las Preguntas de Investigación concernientes a dichos objetivos y se *validó*, con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas al sistema programado y la Competencia Real realizada, la hipótesis establecida.

Aunque los resultados obtenidos en la investigación bibliográfica y netgráfica sobre Juegos Gerenciales mostró que esto no es nada nuevo, que desde mediados del siglo pasado, partiendo del modelo desarrollado por la American Management Association en 1956, importantes Universidades y Empresas investigaron al respecto y desarrollaron excelentes productos, entre las que destacan el Instituto Tecnológico de Massachusetts, la Universidad de Harvard, la Universidad Carnegie-Mello, la Universidad de California, y grandes empresas tales como IBM, General Electric, entre otras, estos Juegos o formas de Simulación Gerencial no fueron ampliamente difundidos, entre otras razones, por estar implementados en grandes computadores, mainframes. En el presente siglo, estos Juegos Gerenciales, se han difundido un poco más gracias al desarrollo del internet y la computación ubicua, destacándose, según apreciación del autor del presente trabajo, los desarrollados por la Universidad de Pensilvania y el Laboratorio de Simulación en Administración y Gerencia de Michelsen LABSAG..No obstante, en ninguno de estos desarrollo, se conoce, si contemplan la participación de un Gerente Autómata similar o superior al presentado en la presente investigación.

Podemos considerar los resultados de esta investigación como un aporte de otra disciplina – la ingeniería de sistemas y la ciencia de los datos– a la administración de empresas, más específicamente a la gerencia, una de las innovaciones transformadoras de la civilización moderna, para dar soporte a la toma de decisiones de inversión, no para reemplazar sus funciones complejas que van más allá de la planificación, organización, dirección y control, tradicionalmente enumeradas. Este tipo de aportes no son nada nuevos, en la literatura ha sido referenciado importantes aportes de matemáticos a la administración de empresas y la economía, entre los cuales podemos mencionar, el trabajo clásico sobre Teoría de Juegos de Von Neumann y Morgenstern (1947), los aportes de Abraham Wald (1954), Leonard Jimmie Savage, matemático especializado en estadística (1954) y como mejor referencia, John Forbes Nash, matemático, quien recibió en 1994 el Premio Nobel de Economía, sin ser economista, por sus aportes a la teoría de juegos y los procesos de negociación.

En todo trabajo de investigación siempre existirá un nuevo objetivo para mejorar o ampliar los resultados. En esta ocasión, por haber sido la Simulación de Sistemas Empresariales, durante muchos años la principal línea de investigación del autor, los conocimientos adquiridos durante el Doctorado en Business Administration, donde se orientó la formación académica hacia la aplicación de tecnologías de Data Science en la Administración, se continuará investigando sobre el tema desarrollado, para ampliar la capacidad decisional del Gerente Automata y el desarrollo informático hacia la computación móvil y web facilitando su difusión a través de la realización de competencias empresariales online.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Meier, R., Newell, W., Pazer, H., (1975), *Técnicas de Simulación en Administración y Economía*, Trillas, México.
2. Mize, J., Cox, J., (1968), *Essentials of Simulation (Industrial Engineering & Management Science)*, Prentice Hall, USA.
3. Naylor, Th., Balintfy, J., Burdick, D., Chu, K., (1982), *Técnicas de Simulación en Computadoras*, Limusa, Méxco.
4. Aracil J., (1978), *Introducción a la Dinámica de Sistemas*, Alianza, Madrid, España.
5. Gernert, H.R., (1986), *The Multinivel Management Simulation Game*, Revista Simulation and Game.
6. Dávila, L.A., (1992), *Informe de gestión de la Oficina de Relaciones Institucionales*, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Venezuela.
7. Dávila, L.A., (1993), *Fundamentos empresariales conceptuales de los Juegos Gerenciales*, EISULA; Mérida, Venezuela.
8. Vívenes, D., Davila, L.A., (1994), *Simulación Interactiva en Escenarios de Competencia Empresarial*, EISULA, Mérida, Venezuela.
9. Masa Prieto, R., (2012), *La formación administrativa apoyada en Juegos Gerenciales*”, Revista Universidad EAFIT, No. 98.
10. Vizueta S., Vera-Franco, P., Navas-Montes, Y., (2017), *Juegos gerenciales como herramienta para el perfeccionamiento de las habilidades profesionales*, Dom. Cien., ISSN: 2477-8818 Vol. 3, núm. 2, marzo, 2017, pp. 86-104.
11. Plata, J., Morales Rubiano, M., & Arias, M. (2009). *Impacto de los juegos gerenciales en los programas de administración de empresas como herramienta pedagógica*. Revista Facultad de Ciencias Económicas, 17(1), 77-94.
12. [Business Intelligence](https://www.businessintelligence.info/dss/toma-decisiones-business-intelligence.html), (2017), *DSS: Tipos de decisiones empresariales*, recuperado de <https://www.businessintelligence.info/dss/toma-decisiones-business-intelligence.html> el 10/10/2020.
13. González A., 2018, *Conceptos básicos de Machine Learning*, recuperado de <https://cleverdata.io/conceptos-basicos-machine-learning/> el 27/03/2020.

14. HIXSA, 2018, *10 beneficios del Machine Learning en los negocios*, recuperado de <https://blog.hixsa.com/posts/10-beneficios-del-machine-learning-en-los-negocios-el-27/03/2020>.
15. ANDALUCIA ES DIGITAL, 2018, *Machine Learning para Empresas: Ventajas de la Inteligencia Artificial para tu negocio*, recuperado de <https://www.blog.andaluciaesdigital.es/machine-learning-empresas/> el 27/03/2020.
16. MasqueNegocio, 2019, *Porqué es necesaria la Segmentación de Mercados*, recuperado de <https://www.masquenegocio.com/2015/08/26/segmentacion-mercados/> el 28/03/2020.
17. Da Silva J., Dávila L.A., 2020, *Modelo Selectivo de Tecnologías en la Nube para Consultoría Empresarial*, EISULA, Universidad de Los Andes, Venezuela.
18. Sancho, S., *Así funciona Azure Machine Learning Studio*, recuperado de <https://empresas.blogthinkbig.com/asi-funciona-azure-machine-learning-studio/> el 29/03/2020.
19. Waker, R., 2018, *Introduction to Google Cloud Machine Learning Engine*, recuperado de <https://www.bmc.com/blogs/google-cloud-machine-learning-engine/> el 04/04/2020.
20. Fontanillo, O., *BigML acerca el “machine learning” a la empresa y a la universidad*, recuperado de <https://www.eleconomista.es/valenciana/noticias/9436203/10/18/BigML-acerca-el-machine-learning-a-la-empresa-y-la-universidad.html> el 04/04/2020.
21. BigML, 2018, *Machine Learning made beautifully simple for everyone*, recuperado de <https://bigml.com/features> el 04/04/2020.
22. Sánchez, E., 2018. *¿Cómo se aplica Machine Learning en facebook?*, recuperado de <https://www.merca20.com/facebook-machine-learning/> el 06/04/2020.
23. Pérez, E., 2019, *5.000 millones de \$: Facebook pagará la mayor multa de la historia de EEUU a una tecnológica y deberá crear un comité sobre privacidad*, recuperado

- de <http://xataka.com/empresas-y-economia/oficial-facebook-pagara-mayor-multa-historia-eeuu-tecnologica-debera-crear-comite-independiente-privacidad>
24. MissConversion, 2019, *Qué es Dataiku DSS y cómo puede ayudarte en tus campañas de marketing*, recuperado de <https://www.missconversion.es/machine-learning/dataiku-y-marketing-digital> el 04/04/2020.
 25. Gebera, T.; Washington, 2008, *La Netnografía: un método de investigación en internet*, EDUCAR, vol 42, 2008, pp. 81-93, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
 26. Sancho, S., 2019, *Así funciona Azure Machine Learning Studio*, recuperado de <https://empresas.blogthinkbig.com/asi-funciona-azure-machine-learning-studio/> el 05/04/2020.
 27. Sánchez, R.; Yañez, P., 2019, *¿Qué puede esperar América Latina y el Caribe de la revolución del “machine learning”?*, recuperado de <https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/america-latina-y-el-caribe-revolucion-del-aprendizaje-automatico/> el 12/04/2020.
 28. Nanalyze, 2019, *Top-10 Artificial Intelligence Startups in South America*, recuperado de <https://www.nanalyze.com/2019/01/artificial-intelligence-south-america/> el 14/04/2020.
 29. Lenharo, M., 2016, *Novo laboratório no Brasil usará inteligência artificial para fazer previsões em saúde*, recuperado de <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/novo-laboratorio-no-brasil-usara-inteligencia-artificial-para-fazer-previsoes-em-saude.ghtml> el 18/04/2020.
 30. Oppenheimer, A., 2018, *¡Sálvese quien pueda ¡. El futuro del trabajo en la era de la Automatización*, Penguin Random House Grupo Editorial.
 31. Dinero, 2019, *Los duros en machine learning también están en Colombia*, recuperado de <https://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/que-colombianos-estan-desarrollando-herramientas-de-machine-learning/278988> el 19/04/2020.

32. ADP, (2019), *¿Cuáles son los tipos de algoritmos del machine learning?*, recuperado de [https://www.apd.es/algoritmos-del-machine-learning/#:~:text=Conceptos%20como%20inteligencia%20artificial%20\(IA,ineludibles%20en%20el%20contexto%20actual.&text=En%20su%20forma%20m%C3%A1s%20b%C3%A1sica,dentro%20de%20un%20rango%20aceptable](https://www.apd.es/algoritmos-del-machine-learning/#:~:text=Conceptos%20como%20inteligencia%20artificial%20(IA,ineludibles%20en%20el%20contexto%20actual.&text=En%20su%20forma%20m%C3%A1s%20b%C3%A1sica,dentro%20de%20un%20rango%20aceptable) el 25/09/2020.
33. Arroyo J., (2016), *Métodos de reducción de dimensionalidad: Análisis comparativo de los métodos APC, ACPP y ACPK*, recuperado de https://www.researchgate.net/publication/293014307_Metodos_de_reduccion_de_dimensionalidad_Analisis_comparativo_de_los_metodos_APC_ACPP_y_ACPK el 05/10/2020.
34. Dávila, L.A., (2020), *Machine Learning for Management Consultancy*, Doctorado en Business Administration, Atlantic International University, USA.
35. GeoTutoriales, (2016), *Árbol de Decisión (Qué es y para qué sirve)*, recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/arbol-de-decision/> el 25/09/2020.
36. González, C., (2018), *¿Qué diferencia a una CPU y una GPU, si ambos son procesadores?*, recuperado de <https://www.adslzone.net/2018/01/12/cpu-vs-gpu-diferencias/> el 05/10/2020.
37. Ionos, (2019), *Jupyter Notebook: documentos web para análisis de datos, código en vivo y mucho más*, recuperado de <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/jupyter-notebook/#c173347> el 07/10/2020.
38. Mason, R.D., Lind, D.A., 1998, *Estadística para Administración y Economía*, 8va. Edición, Alfaomega Grupo Editor, México D.F.
39. Na8, (2017), *Principales algoritmos usados en Machine Learning*, recuperado de <https://www.aprendemachinelearning.com/principales-algoritmos-usados-en-machine-learning/> el 30/09/2020.

40. Rouse, M., (2019), *Aprendizaje profundo (deep learning)*, recuperado de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Aprendizaje-profundo-deep-learning#:~:text=Mientras%20que%20los%20algoritmos%20tradicionales,primera%20palabra%20es%20%22perro%22> el 26/09/2020.
41. Zona IA, (2020), *Las mejores bibliotecas y herramientas para comenzar con Machine Learning e Inteligencia Artificial*, recuperado de <https://zonaia.com/blog/las-mejores-bibliotecas-y-herramientas-para-comenzar-con-machine-learning-e-inteligencia-artificial/> el 05/10/2020.
42. Landa, J., (2019), *¿Qué es KDD y Minería de Datos?*, recuperado de <http://fcojlanda.me/es/ciencia-de-los-datos/kdd-y-mineria-de-datos-espanol/> el 08/06/2021.
43. Clinic Cloud,(2019), *Qué es el data mining o minería de datos*, recuperado de <https://clinic-cloud.com/blog/data-mining-que-es-definicion-mineria-de-datos/> el 09/06/2019.
44. Virseda, F., Carrillo, J., (2017), *Minería de datos y aplicaciones*, Universidad Carlos III. España.
45. Montgomery, D., Urban, G., (1976), *Marketing Científico*, Pag. 41, Ediciones Pirámide, S.A., Madrid.
46. Dávila, L., Araujo, L., Abutook, N., Dávila, L.A., (2005). Genetic algorithm training of artificial neural network in modelling and simulation of conventional process of drinking water treatment, 7th World Congress of Chemical Engineering, Glasgow, Escocia.