

Información Importante

La Universidad Santo Tomás informa que las autoras han autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a sus autoras.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga

Universidad Santo Tomás

Clasificación de las aplicaciones de la Lógica Fuzzy en las Ciencias Contables

Tesis de grado

Alba Inés Báez Lamus

Viviana Durán Ibáñez

Trabajo de grado para optar el título de Contador Público

Director:

Mgs. Gabriel Alirio Rivera Rodríguez

Ingeniero

Universidad Santo Tomás Bucaramanga

División de Ciencias Económicas y Administrativas

Facultad de Contaduría Pública

2016

Nota de aceptación

El proyecto titulado “CLASIFICACION DE LAS APLICACIONES DE LA LOGICA FUZZY EN LAS CIENCIAS CONTABLES”, presentado por ALBA INES BAEZ LAMUS Y VIVIANA DURAN IBAÑEZ, como requisito parcial para optar el título de CONTADOR PUBLICO.

Dr.

Jurado

Dr.

Jurado

Bucaramanga, Agosto del 2016

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	Pág. 8
1. Contextualización de la Investigación	9
1.1. Análisis y formulación del problema	9
1.2. Justificación	9
1.3. Objetivos	10
1.3.1. General	10
1.3.2. Específico	10
2. Referentes para la orientación de la Lógica Fuzzy en las Ciencias Contables	11
2.1. Antecedentes Historia de la Lógica Fuzzy	11
2.2. Clasificación de los referentes	14
2.2.1. Lógica Fuzzy en Apoyo Gerencial	15
2.2.2. Lógica Fuzzy en Contabilidad y los Costos de Producción	54
2.2.3. Lógica Fuzzy en Proveedores	86
2.2.4. Lógica Fuzzy en Propiedad Planta y Equipo	95
2.2.5. Lógica Fuzzy en Intangibles	100
2.2.6. Lógica Fuzzy en Valoración de la Empresa	112
2.2.7. Lógica Fuzzy en Finanzas	119
2.2.8. Lógica Fuzzy en Riesgos Financieros y la Auditoría	124
2.2.9. Lógica Fuzzy en Tributaria	138
2.2.10. Lógica Fuzzy en Sistemas de Información	140

2.3. Síntesis Referencial	141
3. Metodología del proyecto	144
3.1. Tipo de investigación (Descriptivo)	144
3.2. Método Investigativo	144
Conclusiones	144
Referentes Bibliográficos	145

Lista de Tablas

Tabla 1. Razones Fundamentales para uso de la Lógica Fuzzy en Economía y Finanzas	26
Tabla 2. Áreas de la Inteligencia Artificial	62

Lista de Figuras

Figura 1. Metodología del modelo de estudio.	29
Figura 2. Sistema de inferencia de Difuso	31
Figura 3. Conjuntos Difusos y funciones de pertenencia	33
Figura 4. Sistema de racionamiento aproximado	36
Figura 5. ¿Qué es el Balance Scorecard? y ¿Para qué sirve?	41
Figura 6. Conjunto difuso de regreso	45
Figura 7. Función de regreso del Húésped al Hotel	46
Figura 8. Conjunto Difuso no regreso	47
Figura 9. Función de regreso del Húésped al Hotel	48

Figura 10. Conjunto Difuso indeciso	49
Figura 11. Función del comportamiento de los puntajes indecisos	49
Figura 12. Agotamiento del dinero como estímulo	68
Figura 13. Operaciones Conjuntos Difusos	79
Figura 14. Operadores Y, O y No según la Lógica Clásica y la Lógica Difusa	80
Figura 15. Ejemplos de Funciones Y, O en Lógica Difusa	81
Figura 16. Sistema Difuso Sugene, procesamiento general (Zadeh 1965)	82
Figura 17. Sistema Difuso Mamdani, procesamiento general	83
Figura 18. Taxonomía empleada de Lógica Difusa	84
Figura 19. Escalas de comparación.	88
Figura 20. Estructura jerárquica del problema.	90
Figura 21. Matriz de nivel I de jerarquía.	91
Figura 22. Representación de números triangulares difusos.	92
Figura 23. Estructura del sistema de Lógica Difusa para el capital intelectual	107
Figura 24. Categorías del Riesgo Operativo.	125

Resumen:

El presente estudio sintetiza los aportes que, desde la Lógica Fuzzy, diferentes autores han efectuado al sector empresarial y su sistema de información contable como base teórico – conceptual para que se avance en la investigación sobre valoración de Intangibles, específicamente propiedad intelectual; logrando así el reconocimiento de doce áreas específicas relacionadas con la gestión empresarial, su proyección financiera y su sistema contable.

El trabajo permitió identificar la tendencia del uso de la Lógica Fuzzy en la minimización de riesgos y las incertidumbres propias del quehacer empresarial prospectivo, mediante el uso combinado de los métodos tradicionales de minimización de riesgos y la Lógica Fuzzy y en algunos casos se complementan con números borrosos triangulares (NBTs), números borrosos trapezoidales y Conjuntos borrosos.

Summary:

This study summarizes the contributions that from fuzzy logic, different authors have made to companies and its accounting information systems as a theoretical-conceptual basis in order to make progress in the research of the valuation of intangibles, specifically: the intellectual property; achieving this way, the recognition of twelve specific areas related to business management and its financial projection and accounting system.

This work lets to identify the trend of using fuzzy logic in minimizing the risks and uncertainties proper to the business activity through the combined use of traditional methods of risk minimization and Fuzzy Logic, and in some cases, supplemented by triangular fuzzy numbers (NBTS), trapezoid fuzzy numbers and fuzzy sets.

Introducción

El reconocimiento de los aportes que algunos investigadores han realizado a la medición cualitativa haciendo uso de la Lógica Fuzzy es fundamental para avanzar en la investigación de valoración de Intangibles empresariales en sus diferentes áreas, la cual se está realizando en la Facultad de Contaduría Pública, específicamente en Capital Intelectual.

Para el fin, en los diferentes hallazgos bibliográficos en relación al aporte de la Lógica Fuzzy al desempeño empresarial y contable se identifican los diferentes campos en que estos se realizaron, con el fin de facilitar la lectura y su análisis, logrando identificar doce áreas específicas que cubren todo el contexto empresarial y contable, destacando que los mayores aportes se han realizado en apoyo a la gerencia en su gestión y proyección financiera, siendo escaso el aporte directo a la valoración contable.

La revisión del material que registra los aportes de los diferentes investigadores sobre Lógica Fuzzy y empresa se obtuvieron en un barrido de las revistas indexadas en Pubindex y repositorios institucionales, sintetizando su aporte en las áreas preestablecidas, lo cual forma parte del presente documento.

Se destaca dentro de los documentos revisados que la Lógica Fuzzy ha sido empleada para reducir los riesgos y la incertidumbre mediante el uso combinado de los métodos tradicionales de minimización de riesgos y la Lógica Fuzzy y en algunos casos se complementa con números borrosos triangulares (NBTs), números borrosos trapezoidales y Conjuntos borrosos.

La cobertura de los aportes de la Lógica Fuzzy al desarrollo empresarial destaca la importancia de esta herramienta en los procesos de las organizaciones para enfrentar los retos que impone la competencia originada en la globalización y los compromisos y responsabilidades

que surgen en el marco del desarrollo de las naciones ante una cultura de la población consumo del mundo en defensa del contexto social y ambiental.

1. Contextualización de la investigación

1.1 Análisis y formulación del problema

El propósito de avanzar en una propuesta novedosa que sirva como herramienta en la valoración de intangibles en el desarrollo de la ciencia contable, es indiscutible la revisión de los aportes que diferentes autores han desarrollado en la búsqueda de la cuantificación de los fenómenos cualitativos que contextualizan los propósitos sociales de las organizaciones de fin económico, dado el protagonismo que ha estado asumiendo la dimensión social y ambiental en el desarrollo de la economía por ser esta una ciencia social. En efecto, ha surgido la Lógica Fuzzy en la instrumentalización para la medición de lo cualitativo en las diferentes áreas del amplio espectro científico, por lo que es ineludible la revisión de la evolución del uso de este importante instrumento en el aporte de información pertinente al campo financiero, económico y gerencial de las empresas.

De ahí que se asuma como interrogante orientador del trabajo: ¿A partir de la Lógica Fuzzy cuáles aplicaciones existen orientadas al campo contable?

1.2 Justificación

Es innegable el protagonismo de la Lógica Fuzzy para resolver las dificultades en la medición de los aspectos cualitativos que se han suscitado a partir del compromiso del desarrollo “sostenible” que obliga una mirada al contexto social y ambiental, responsabilidad no solo de la

dirección político económica sino desde los mismos agentes económicos en lo cual la empresa es parte fundamental. De hecho, la empresa debe responder a las exigencias del desarrollo en momentos en que la competitividad se hace cada vez más imperativa en lo cual la idoneidad de la información en los sistemas contables es necesaria para enfrentar dichos retos y exigencias.

Por corresponder el presente trabajo a la base teórico - conceptual de la investigación hacia la implementación de Lógica Fuzzy en la valoración de intangibles, se hace relevante la identificación de la amplia cobertura que esta importante herramienta brinda a la resolución del tema intangible y cualitativo, a partir de los diferentes estudios realizados en el campo empresarial.

1.3 Objetivos

1.3.1. General.

- ✓ Establecer los aportes que la Lógica Fuzzy ofrece en el desarrollo de la empresa mediante la revisión de material bibliográfico por parte de diferentes autores obtenido de revistas indexadas y repositorios institucionales, para que, a partir su clasificación, se contribuya en la construcción del estado del arte de futuras investigaciones sobre activos intangibles.

1.3.2. Específicos.

- ✓ Reconocer diferentes aportes nacionales e internacionales mediante el estudio de referentes, que desde la Lógica Fuzzy se han efectuado al desarrollo empresarial y su sistema de información, con el fin de identificar varios campos de aplicación en las Ciencias Contables.

- ✓ Clasificar los campos de aplicación que han hecho uso de la Lógica Fuzzy para resolver situaciones problemáticas en el sistema empresarial, teniendo en cuenta las opiniones de expertos e investigadores, con el fin de conocer el área de mayor incidencia de esta herramienta.
- ✓ Sintetizar las aplicaciones basadas en Lógica Fuzzy previamente clasificadas y propuestas por los diferentes autores, que conlleven a dar un soporte de futuros estudios e investigaciones.

2. Referentes para la orientación de la Lógica Fuzzy en las ciencias contables

2.1. Antecedentes Historia Lógica Fuzzy

La Lógica Fuzzy es una de las herramientas de la inteligencia artificial que utiliza la experiencia del ser humano para generar un razonamiento que permite la toma de decisiones. Mediante esta herramienta se puede representar un sistema de gestión a través de un modelo matemático no-lineal, para ello se hace uso de variables lingüísticas y una serie de condiciones o reglas previamente definidas. Esta metodología trata de emular la experiencia adquirida por uno o más seres humanos a lo largo del tiempo. (Pina, Sellés, & Mullor, 2000)

En 1965, Lotfi Zadeh propuso su teoría sobre la Lógica Fuzzy, sin embargo sus orígenes se ubican unos 2500 años atrás, cuando los filósofos griegos planteaban la existencia de distintos grados de veracidad y de falsedad planteando una visión alejada de la lógica tradicional, desde Zenón, quien explicaba cómo un montón de arena, si se retiraba ésta grano a grano, pasaba a ser un montón existente a convertirse en un montón inexistente. Buda dijo lo mismo de un carro que se desmonta pieza por pieza.

En 1900, Bertrand Russell mencionó de nuevo éstas y otras paradojas cuando escribió junto con Alfred North Whitehead el libro sobre la lógica: *Mathematica* (1910-13), el cual ha sido de los más importantes desde Aristóteles. Russell observó que <<todo concepto es vago en un grado del que no somos conscientes hasta que intentamos precisar dicho concepto>> tiempo de existencia son una mezcla de ambas cosas, había abierto la puerta a la Lógica Fuzzy o de las cosas vagas.

En la década de 1920, el filósofo y lógico polaco Jan Lukasiewicz fue el primero en desarrollar la lógica borrosa o polivalente como una extensión directa de la lógica binaria. Todas las proposiciones eran verdaderas o falsas hasta cierto punto. La única condición real era que los porcentajes de verdad tenían que sumar en total el 100 por 100.

En 1937 el filósofo cuántico Max Black publicó en una revista un artículo titulado “Vaguenness: An exercise in Logical Analysis” (1937 – en *Philosophical Society*) sobre lo borroso. En este trabajo Black dibujó una gráfica del primer conjunto borroso. Los filósofos ignoraron ampliamente la publicación de Black, del mismo modo que habían ignorado ampliamente la obra de Russell y Lukasiewicz relativa a lo borroso.

En Japón y en Corea surgieron en el mercado dispositivos borrosos. Los japoneses habían prestado atención al tema cuando en 1980 la empresa F.L. Smidt & Company de Copenhague utilizó por primera vez un sistema borroso de reglas para controlar un horno de cemento, el sistema borroso utilizaba menos combustible y controlaba el horno tan bien como los seres humanos o mejor que ellos.

Otras aplicaciones surgieron a partir de los trabajos pioneros del ingeniero de técnicas borrosas Ebrahim Mamdani del Queen Mary College de Londres. Mamdani fue el primero en desarrollar y aplicar unos sistemas que fueron los predecesores directos de los actuales sistemas

borrosos basados en reglas. Los trabajos realizados por Mamdani en la década de 1970 constituyeron el inicio de la moderna ingeniería borrosa y el salto desde la filosofía y la lingüística al mundo de las empresas y la ingeniería.

Los japoneses no tardaron en adherirse a la lógica borrosa tanto en espíritu como en lo económico. El ministro japonés de comercio exterior e industria (MITI) se reunió con más de cuarenta empresas en marzo de 1989 para fundar con 70 millones de dólares el Laboratorio para la Investigación Internacional de la Ingeniería Borrosa (Laboratory for International Fuzzy Engineering Research. LIFE) en Yokohama.

El momento clave llegó en 1988 cuando Hitachi sometió a control borroso el metro de la ciudad de Sendai, al norte de Tokio. Luego llegó la afluencia de hornos inteligentes, sistemas para automóviles, controles robotizados, mandos de sintonización de televisores y cientos de otros aparatos. El sistema borroso del metro de Sendai sustituyó a los conductores humanos a lo largo de un trayecto de 13,6 kilómetros de norte a sur con 16 estaciones. El sistema realizaba las paradas con mayor suavidad y utilizaba menos combustible que los mejores conductores humanos. El comentario jocoso que hacían los ingenieros de sistemas borrosos era que el sector de lo borroso se estrellaría si alguna vez se estrellaba el metro.

Zadeh nunca consiguió su millón de dólares, sin embargo, en junio de 1995 consiguió algo que para él significaba mucho más y que sirvió para comunicarle nuevamente al mundo de la ciencia y de la ingeniería que la lógica borrosa había llegado. El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute for Electrical and Electronic Engineers, IEEE) concedió a Zadeh la medalla de honor del año 1995 por sus trabajos sobre conjuntos borrosos. Es el máximo galardón que concede el IEEE y lo más parecido a un Premio Nobel dentro de las ciencias de la información. De esta manera la lógica borrosa se convirtió en una tendencia de rango superior

dentro de las ciencias y la tecnología. («El futuro borroso o el cielo en un chip - Bart Kosko - Google Libros», s. f.)

2.2. Clasificación de los referentes

En búsqueda de una mayor comprensión de los diferentes aportes que algunos autores realizan a áreas que se relacionan con las ciencias contables y sobre las ciencias contables en sí, se realizó una clasificación del material encontrado, teniendo en cuenta la importancia en el desarrollo de la empresa desde la perspectiva gerencial.

Para el propósito se establece la siguiente clasificación:

- **Apoyo Gerencial:** a este grupo pertenecen todos los trabajos que basaron la aplicación de la Lógica Fuzzy en la Toma de Decisiones exclusivamente.
- **Contabilidad y Costos de Producción:** en esta clasificación se agrupan los trabajos relacionados directamente con registros y valoración contable.
- **Proveedores:** en esta clasificación se ubicaron los trabajos referentes al uso de la Lógica Fuzzy para la proveeduría de recursos para la empresa.
- **Propiedad planta y equipo:** acá se agruparon los trabajos sobre Lógica Fuzzy en la valoración de Propiedad Planta y Equipo y su vida útil.
- **Intangibles:** este grupo corresponde a los trabajos que aportan a identificación y medición de Intangibles.
- **Valoración de la empresa:** corresponden los trabajos que orientan la valoración de empresas.
- **Finanzas:** la Lógica Fuzzy en la toma de decisiones Financieras.

- Riesgos Financieros y Auditoría: acá se agrupan los trabajos dirigidos a instrumentar controles para reducir Riesgos Financieros y empresariales.
- Tributaria: todos los trabajos orientados al uso de la Lógica Fuzzy en la planeación y gestión Tributaria.
- Sistemas de Información: el uso de la Lógica Fuzzy en los sistemas de Información.

2.2.1. Lógica Fuzzy en el apoyo gerencial.

Las dinámicas comerciales y económicas del mundo obligan a que las organizaciones busquen permanentemente herramientas para un mayor éxito gerencial frente a los propósitos empresariales y las exigencias en un mundo globalizado, se enfatizan los avances que se han tenido en el uso de la Lógica Fuzzy como herramienta de apoyo en la gestión de la alta gerencia logrando avances importantes en sistemas de medición e indicadores.

La funcionalidad del ser humano a través del pensamiento plantea propuestas para la solución de problemas y razonar sobre las diferentes situaciones que los generan, no necesita materializar los acontecimientos para que sean una realidad y poder tomar decisiones con base a estos. Es por ello que la Lógica Fuzzy surge como opción para modelar los pensamientos que se originan por la imprecisión, la incertidumbre y la vaguedad, es decir que el cerebro recibe la información y la clasifica de acuerdo a sus conocimientos previos ajustándolos a las situaciones que se le presenten.

Si el trabajo del cerebro se dirige más a trabajar conceptos que números, resulta contradictoria la clasificación booleana que hacemos de las medidas tomadas sobre los objetos en estudio, al ubicarlas o no, sin ninguna otra opción, dentro de alguna clase,

conjunto, categoría o concepto. La teoría de los *fuzzy sets* reconoce y permite expresar que una medida realmente presenta transiciones graduales entre la membresía y no membresía a un conjunto. Esta teoría formaliza mediante la llamada "función de membresía" el grado de compatibilidad existente entre un valor observado y el concepto al cual se asocia.

(Laura Patricia Peñalva Rosales (2000). Propuestas de lógica difusa para la toma de decisiones. Redalyc, Vol. (13) pp. 97-112)

Dentro de este contexto se plantean modelos acerca de la toma de decisiones de acuerdo a la Lógica Fuzzy, donde, según el escenario, el ser humano actúa y toma decisiones individuales, grupales y al grado de cumplimiento de características determinadas, siendo diferentes los resultados de cada una de ellos.

La economía, al igual que la naturaleza, ha evolucionado; el catedrático Gil Aluja enfoca la matemática borrosa en las decisiones empresariales a partir de las leyes que configuran esta evolución.

Realizando un análisis crítico de las leyes naturales soportado en los fundamentos de Darwin, demuestra cómo la evolución de las concepciones y realidades económicas y ecológicas se han traducido en una incertidumbre para los agentes económicos, quienes deben establecer correctivos para enfrentar nuevas realidades invisibles propias de un futuro para hacer más exitoso cada presente.

Los criterios relacionados al apoyo gerencial y la toma de decisiones son base en el desarrollo y cumplimiento de los objetivos establecidos por las altas gerencias a fin de satisfacer inicialmente accionistas, socios e inversionistas y posteriormente al mercado; convirtiéndose en

clientes internos y externos, pues una decisión de índole administrativa, económica, y jurídica equivocada genera un impacto negativo, no solo en una compañía sino en todo el contexto.

Los investigadores que trabajan en el ámbito de la economía y gestión de empresas, han intentado encauzar sus esfuerzos hacia la búsqueda de un cuerpo científico capaz de comprender mejor, explicar más adecuadamente y tratar con rigor los fenómenos, cada vez más complejos, que pueblan el panorama de los estados, de las instituciones y de las empresas. Pretenden con ello proporcionar los cauces necesarios para hacer menos hostil la convivencia entre los miembros de nuestra sociedad y más soportables las batallas que se libran para conseguir ocupar un lugar en un mundo mejor. (Gil Aluja, J. 2005)

Con el paso de los años se han presentado diversos cambios ambientales, culturales, sociales y económicos, donde el hombre ha trabajado diariamente la forma de entender, manejar y transformar los esquemas convencionales con el fin de brindar opciones que maximicen las oportunidades que se presentan a raíz de esta diversificación, especialmente a nivel económico, entendiendo la necesidad de mejorar la convivencia y la relación de causalidad entre los sistemas ambiental, social y económico que son los pilares fundamentales del desarrollo mundial.

Es clara la necesidad de conocer e interpretar todos los cambios hechos a través de la historia partiendo de las primeras concepciones sobre la creación del universo y la gran incógnita que motivó a muchos físicos y científicos a investigar e indagar sobre la realidad y su significado.

Si bien Gil Aluja no hace una aplicación de la Lógica Fuzzy, deja clara la importancia que tiene instrumentar procedimientos que permitan evidenciar elementos desconocidos o de incertidumbre en la medición y generación de indicadores en la toma de decisiones ante la

vaguedad que implica un mundo en evolución económica y natural; resaltando los acontecimientos presentados a través de la historia, por lo cual expresa que:

Resulta impensable no aceptar que los sistemas son muy sensibles a las variaciones de las condiciones iniciales o de las existentes en algún instante de su actividad. En otros términos, se concibe así que cuando una perturbación excede de un cierto nivel, las desviaciones futuras llevan a un proceso no controlable por el propio sistema, produciéndose el nacimiento de insospechados nuevos fenómenos. (Gil Aluja, J. 2005)

Por lo anterior, es ilógico seguir pensando que se conoce todo, que la realidad se mide por lo que se puede ver y calcular de la misma forma convencional de hace siglos; llegó el momento de expandir la visión y darle paso a un nuevo modelo de medición que pueda dar respuesta a las muchas preguntas que se generan de acuerdo a las necesidades de las organizaciones y del ambiente en el que se desarrollan, por eso:

La complejidad de estos sistemas hace inviable su comprensión y explicación únicamente mediante leyes deterministas, sustentadas y desarrolladas con ecuaciones lineales. Ha hecho falta, y hará falta todavía, una gran dosis de imaginación para romper con los lazos que nos atenazan con el pasado, colocando en su lugar ecuaciones diferenciales “no lineales”, portadoras de un gran arsenal descriptivo de situaciones inciertas. (Gil Aluja, J. 2005).

El mundo de los negocios está exigiendo una perspectiva diferente y llegó el momento de abrir la puerta hacia la valoración y medición de lo incierto que tiene mayor trascendencia sobre aquello que se cree real y verdadero.

Puesto que, a través del tiempo la matemática convencional ha sido apoyo en la toma de decisiones, desvirtuando la realidad de los escenarios con el fin de adaptarlos a modelos existentes desde Aristóteles: “con su <<o lo uno, o lo otro>> se podía adaptar a las matemáticas, pero no a la realidad, ni a la ciencia que intenta describir dicha realidad” (El futuro borroso o el cielo en un chip- Bart Kosko – Google Libros, s.f), lo cierto es que contiene información netamente cuantitativa, tangible y una medición estricta.

El ser humano, animado por explorar su entorno y acercarse a la realidad absoluta, empieza a establecer modelos que le permitan cerrar la brecha entre lo tradicional y lo incierto, para expandir el horizonte de la matemática como elemento de medición y apoyo en la toma de decisiones; a la par considera todos los elementos que se involucran en un escenario teniendo en cuenta los aspectos cualitativos, subjetivos y futuros, para minimizar la incertidumbre, hasta llegar al punto de examinar también las posibilidades.

Es por esto que se crean diversos modelos como: maximax, maximin, criterio de Hurwicz, criterio de razón insuficiente -de Laplace-, la lluvia de ideas, la sinéctica, decisiones por consenso, la técnica Delphi y otros; de ahí surge la necesidad de indagar en nuevos modelos basados en Lógica Fuzzy con mayor cobertura en cuanto a los diferentes fenómenos que se presentan en la cotidianidad.

Se abre un abanico de posibilidades, estudios futuros y nuevas herramientas frente a las metodologías para la toma de decisiones en cuanto al manejo de variables de tipo

subjetivo, parcialmente desconocidas e inciertas; variables que no cuentan con una función de probabilidad subjetiva o no. (Fabián Alberto Castiblanco Ruiz (2003). La incertidumbre y la subjetividad en la toma de decisiones: una revisión desde la lógica difusa. Lúmina, pp. 116-140)

La Lógica Fuzzy se convierte en un mecanismo fundamental, adaptable y versátil frente al proceso de la toma de decisiones, de manera que permite abordar todos los acontecimientos generados por diversas variables dentro de un contexto interno o externo de una organización; es así como el mundo de posibilidades disminuye para obtener como resultado una decisión acertada.

Ahora bien, el éxito de las organizaciones radica en la gestión realizada, por las altas gerencias y directivos, en el desarrollo de diversas actividades y estrategias para lograr los objetivos planteados por los socios, accionistas e inversionistas, por lo que son fundamentales las decisiones tomadas para el alcance de los mismos.

Es claro que, si durante el proceso de planificación se utilizan las herramientas apropiadas y la información pertinente, las decisiones tomadas serán acertadas para el crecimiento y competitividad de las empresas.

Durante la historia económica los métodos clásicos de medición han sido la base en la toma de decisiones, los cuales aplican matemáticas netamente cuantitativas y lineales, dejando a un lado la subjetividad humana que incide en la medición de los diferentes hechos económicos, por lo que se deben tomar en cuenta criterios cuantitativos y cualitativos; siendo estos últimos los que dan paso a la revolución en los métodos de medición y valoración para la toma de decisiones administrativas, económicas, financieras y demás áreas que intervengan en el crecimiento de los

entes económicos, utilizando las propiedades de Lógica Fuzzy como en la Inteligencia Artificial con el fin de adaptar los sistemas de medición tradicionales a las necesidades que surgen de la evolución misma, sin obviar los métodos antes utilizados.

Tal como lo expresan los autores Rafael Espin y Adolfo Vanti:

“Aun hoy, donde una parte considerable de los modelos inteligentes ha pasado a ser basado en la Lógica Difusa, y el vocablo inglés fuzzy ha pasado a ser casi sinónimo de inteligente, los modelos para la Toma de Decisiones suelen tener la huella clara de la Investigación Operativa o de la Inteligencia Artificial, distinguiéndose la manera de abordar el problema por la ‘tradición’ gremial, sin combinar sus paradigmas, a pesar de abordar el mismo problema. (Espín Andrade Rafael & Vanti Adolfo Alberto, (2005).Administración lógica: un estudio de caso en una empresa de comercio exterior. BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos 2(2):69-77, maio/agosto 2005)

Por lo tanto, la Lógica Fuzzy complementa las diferentes técnicas e instrumentos de medición y se vuelve clave para la toma de decisiones organizacionales, interviniendo directivos, expertos, bases de datos y las expectativas de mejora, para así implementar el modelo adecuado para una organización específicamente; es decir un modelo específico y personalizado para quienes lo deseen aplicar, independientemente del escenario planteado y del grado de caos que contengan las condiciones de actuación.

Las gerencias, al igual que los posibles inversionistas, toman como referente de partida sobre el estado actual de una organización los diversos indicadores financieros aplicados a la misma; a partir de esto cada vez que se evalúan indicadores financieros y administrativos se vuelve una

realidad inherente garantizar el funcionamiento competitivo de una organización, es necesaria la participación del personal idóneo y especializado en las funciones que se realicen dentro de las empresas; por tal razón, es necesario tener un perfil ideal con el fin de realizar una comparación con las características y cualidades del candidato.

Es así como las organizaciones han cambiado la metodología de selección del recurso humano, donde se busca disminuir de manera eficiente y eficaz las debilidades en la selección de personal para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados por las altas gerencias.

La aplicación de fuzzylogic resulta más versátil, en aquellas empresas que quieren alcanzar sus objetivos, ajustado a un proceso de planeación de actividades, las cuáles facilitan la toma de decisiones en el marco de una actuación adecuada, esto llevará a las empresas a tener una posición competitiva al contar con capital intelectual, más apto en el desempeño de las actividades a realizar en el puesto de referencia.(Carreón, Santoyo, & Romero, 2014)

Debido a esto, podemos decir que es necesario establecer un nivel de confianza que permita realizar una valuación la cual es considerada dentro del campo de la incertidumbre, asignando valores en el intervalo $[0,1]$ de las cualidades, características o atributos que tienen los aspirantes a una vacante de acuerdo al perfil del puesto de trabajo al que aspiran. Partiendo de esto existen métodos como el de la aplicación de las distancias “de Hamming” y “la Euclidiana”, los cuales buscan minimizar el nivel de incertidumbre apoyados en la Lógica Fuzzy.

Una parte fundamental del logro que tienen las organizaciones se basa en la optimización de los recursos, por lo tanto, es importante que la interacción entre los componentes internos y

externos se den como un sistema integral, de esta manera la correlación entre trabajadores y empresarios se basa en la autonomía y la eficiencia que tienen los primeros y el monitoreo y grado de autonomía otorgado por los segundos.

Para elaborar un estudio empresarial se deben tener en cuenta las relaciones entre personas y su entorno, de esta manera se puede realizar seguimientos a los niveles de autonomía y eficiencia de los empleados para garantizar un equilibrio, así como lo expresa Liliana Adriana Mendoza Saboya:

Para estudiar el objeto de las organizaciones es necesario el estudio del pensamiento empresarial, por lo cual es importante tener en cuenta que las técnicas tradicionales de estadística y matemática lineal no escriben el espectro del fenómeno empresarial, sino que dan una aproximación puntual o funcional de su comportamiento, y de un fenómeno en general. En esta medida es necesario contar con herramientas complementarias, como la lógica difusa, que tiene la virtud de identificar los resultados de un fenómeno no lineal sin olvidar las circunstancias en las que se dan y sus características cualitativas.

(Liliana Adriana Mendoza Saboya, (mayo de 2009), Sistema de lógica difusa. Una aplicación a la percepción empresarial).

Así quedan las empresas obligadas a evaluar la percepción empresarial, dado que la funcionalidad de su sistema depende de los niveles de eficiencia y autonomía de sus empleados, para lo cual la Lógica Fuzzy se convierte en la herramienta más acorde para evaluar todos los aspectos de la organización con el fin de obtener el punto de equilibrio que le permitirá cumplir sus objetivos, considerando que aspectos como la eficiencia y la autonomía que son de gran incidencia dentro de una organización no se pueden dejar a la deriva, pues al llegar a los

extremos de estos, las gerencias perderían el control sobre la gestión realizada y las consecuencias podrían ser negativas para lo esperado por los socios o accionistas.

La importancia de los recursos intangibles, como capital dentro de una organización, se hace vital a medida que el entorno evoluciona, aumentando el grado de exigencia para las empresas a mantenerse de forma activa y competitiva dentro del mercado, lo cual ha generado reestructuraciones en la forma como las organizaciones adquieren valor de forma rápida y constante.

Si bien es cierto todo ente económico para su creación y sostenimiento necesita de recursos financieros tangibles, con los que abre la puerta para participar en el juego del libre mercado, el paso de los años ha evidenciado que dichos recursos necesitan de otros para mantenerse y ser rentables, cumpliendo los objetivos establecidos.

Es por esto que las empresas no solo valen por las inversiones realizadas y la parte económica que las constituye, el capital intelectual es el que hace aumentar su valor a medida que crecen y se consolidan, lo cual genera la necesidad de dar una adecuada valoración a las competencias que desarrollan los empleados para la solución de problemas, pues al trabajar con eficacia y eficiencia impactan la productividad y rentabilidad del ente.

El entorno empresarial actual se caracteriza por el desarrollo de la información y la gestión del conocimiento. Para aprovechar esas oportunidades y minimizar las amenazas del mismo se debe entender que el principal valor de las organizaciones está en su capital intelectual y su gestión basada en el conocimiento y no solo en los activos tangibles, de ahí que la ventaja competitiva de las empresas en el siglo XXI radicará en el nivel de preparación de los recursos humanos y que debe medirse para establecer el valor real del

ente económico. (García, Félix Benjamín, & Bello Pérez, (2014). Evaluación del impacto de la capacitación con lógica difusa. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* vol.22 no.1 Arica ene. 2014)

Por tal razón, se debe someter a los empleados de las organizaciones a constantes procesos de aprendizaje, mediante modelos de enseñanza y/o capacitación, con el fin de crear un espíritu de pertenencia para minimizar los riesgos, aumentar la productividad y reducir los costos asociados al funcionamiento y producción.

Así pues, sabemos que medir lo intangible aumenta el grado de incertidumbre y genera desafíos en la aplicación de los modelos de medición, siendo este escenario la base fundamental sobre la cual la Lógica Fuzzy se convierte en la herramienta fundamental para quienes desean tener el valor más cercano a la realidad; de acuerdo con lo expuesto por García y otros: “La lógica difusa se ha comenzado a considerar como un elemento clave en el estudio de la realidad social, un contexto impregnado permanentemente de borrosidad como casi todo en las ciencias humanas.”(García, Félix Benjamín, & Bello Pérez, 2014).

De ahí que, aunque tiene poca historia, la aplicación de la Lógica Fuzzy, en diversos campos se ha propagado de forma veloz, convirtiéndose en una herramienta útil y de fácil entendimiento en la toma de decisiones para las altas gerencias, en la contratación, y permanencia del capital más relevante dentro de todas las empresas; comprendiendo las habilidades, conocimientos y experiencias laborales con que cuentan sus trabajadores como clave esencial para optimizar labores, mediante la mutua colaboración entre ellos o la aplicación de capacitaciones que

fortalezcan el desempeño laboral, lo cual incide en la toma de decisiones para plantear cambios en la forma de producción y relaciones interpersonales con el fin de mejorar el clima laboral.

La globalización está generando cambios radicales en el mundo empresarial, uno de ellos lo constituyen las alternativas de inversión, las cuales se encuentran expuestas a vulnerabilidades por los diferentes factores de riesgos financieros que afectan la economía; la probabilidad de obtener un resultado acertado está condicionada a los recursos económicos, sociales y ambientales de quienes interactúan en este proceso.

En este sentido, los modelos financieros borrosos aplicados a la planificación financiera y a la administración de portafolios de inversión, lucen muy promisorios por su utilidad para establecer rangos de incertidumbre, así como intervalos de riesgo – rentabilidad que permitan vincular razonablemente la optimización financiera con la formación de expectativas. (Juan Carlos Gutiérrez Betancur (2006). Aplicación de los conjuntos borrosos a las decisiones de inversión. AD-MINISTER Universidad EAFIT Medellín, Número 9 jul - dic, pp. 62-85.)

Por otra parte, el uso de la Lógica Fuzzy en economía y finanzas, según lo citado por Gutiérrez, se basa en 6 razones fundamentales:

Tabla 1. Razones Fundamentales para uso de la Lógica Fuzzy en Economía y Finanzas

Razón numérica	Siempre existen errores de medición. La corrección de errores puede ser crítica en algunas áreas, pero en las ciencias inexactas como la economía, las finanzas y la gestión de empresas siempre se tendrá que
---------------------------	--

	vivir con aproximaciones.
Razón probabilística	La teoría estadística es frecuentista, y no aborda el cambio y la dependencia estructural futura de las variables que inciden sobre la economía y los negocios. La lógica borrosa evita la pérdida de información que se produce con el uso de métodos estadísticos que realizan manipulación numérica, puesto que trabajan con promedios, ocultando los valores extremos.
Razón teórica	Los modelos económicos y financieros son representaciones aproximadas de la realidad, a diferencia de los modelos usados en la física o la mecánica. Según Sen (2004, 597), “de poco sirve realizar representaciones extremadamente precisas de un concepto identificado como incierto o borroso”.
Razón informacional	Los objetos probabilísticos de la gran mayoría de modelos económicos y financieros prevalecientes no incorporan información cualitativa de gran valor. La lógica borrosa permite abandonar la noción preconcebida respecto a la manera como los datos deben comportarse, permitiendo entender que las decisiones económicas y financieras no están afectadas por la diferencia entre el valor actual de la variable que se observa y algún valor teórico normativo de equilibrio. La lógica borrosa permite superar el simplista enfoque aristotélico para la noción de equilibrio (estás o no en equilibrio), para concebirlo como una paradoja que presenta grados de pertenencia hacia las esquinas del equilibrio y desequilibrio absolutos, los extremos ideales que no siempre se alcanzan. Esto permite entender que la

	realidad económica y financiera transcurre entre estos dos opuestos la mayor parte del tiempo.
Razón conductual	Los seres humanos poseen racionalidad limitada y son proclives al error, lo cual separa las predicciones de los modelos “exactos” y de “equilibrio general”, de las observaciones de los hechos. A diario, los datos económicos y financieros muestran los patrones de conducta de los agentes, los cuales sintetizan el grado de borrosidad y asimetría de los impulsos neuronales de los agentes humanos.
Razón cognitiva	Los seres humanos están naturalmente dotados para gestionar la imprecisión y la incertidumbre no frecuentista, pero sí, perceptible y valuable mediante sensaciones.

Tabla 1. (Continuación)

De las razones anteriormente expuestas, el autor resalta dado que hay escenarios de incertidumbre, pero a su vez dicha incertidumbre no es trascendental al punto de llevarla a aplicar una técnica basada en conjuntos borrosos, no cabe duda que la economía es muy fluctuante y depende de variables como el PIB, DTF, TRM, VPN, política interna y otras, influyentes sobre la toma de decisiones a nivel de inversión.

Pero si se considera cuidadosamente la Lógica Fuzzy como un método de medición sobre las decisiones al momento de invertir, estas irían más acordes con las necesidades a satisfacer; aunque actualmente no se aplica un estándar como tal, se espera que en los próximos años esta tendencia crezca.

Los administradores necesitan medir el grado de competitividad de las organizaciones, teniendo en cuenta el desempeño de los procesos productivos, las estrategias, competencias

labores, clima organizacional, nivel de satisfacción del cliente, resultados financieros, proveedores, apoyados en el Balance Scorecard (BSC) que permite analizar los factores de esta medición y a su vez aplicar la Lógica Fuzzy para tratar apropiadamente el nivel de incertidumbre.

Es necesario tener en cuenta las perspectivas financieras del cliente, procedimientos internos y de aprendizaje y crecimiento (ver figura 1.).

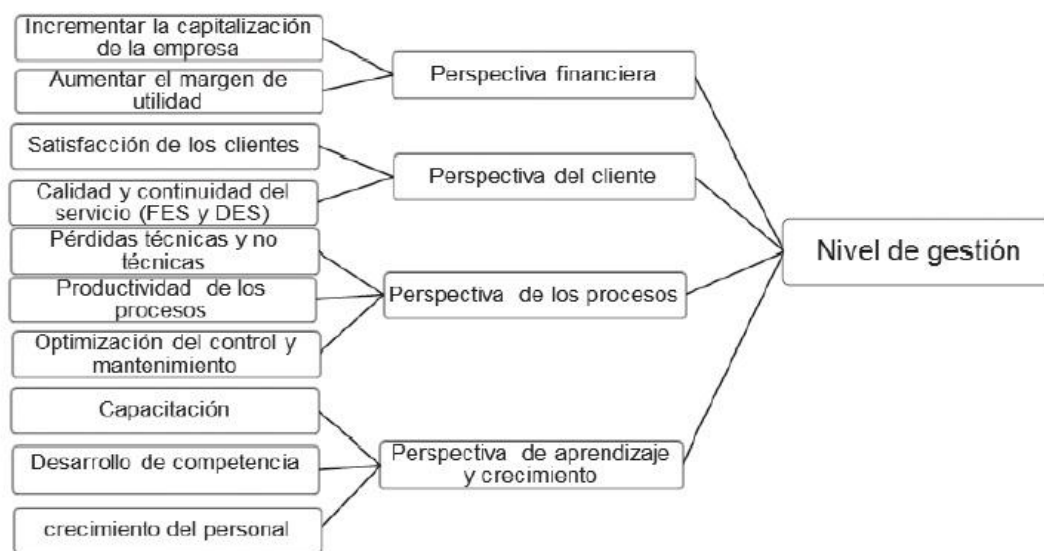


Figura 1. Metodología del modelo de estudio. Tomado de “La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la toma de decisiones”, Adaptada de Serna, Serna & Ortega, 2012a.

Evaluar el nivel de gestión en una empresa es una tarea compleja y llena de subjetividades; sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio demuestran que se pueden tener mecanismos de fácil manejo como el Balance Scorecard y la lógica difusa, los cuales posibilitan realizar un análisis de la información más acertado para la toma de

decisiones. Los indicadores asociados con el desempeño de los empleados o la satisfacción de los clientes pertenecen al grupo de indicadores cuyo componente subjetivo es alto. Suele ser confuso y poco práctico el hecho de integrar este grupo de indicadores en un único modelo que permita tener una percepción más sistémica de la compañía.(Serna, Serna, & Ortega, 2012b)

En la actualidad se utilizan modelos, como el BSC, los cuales incorporan la Lógica Fuzzy para complementarse y obtener resultados más acordes a la realidad, manteniendo organizaciones en competitividad de forma que la interacción entre lo financiero, los clientes, los empleados y las decisiones tomadas se encaminen hacia el alcance de los objetivos estratégicos.

El sistema financiero es fundamental para el desarrollo de la economía de un país, si el sistema financiero es estable y solvente contribuye a la estabilidad económica y financiera del mismo; adicionalmente es el canal a través del cual se hace la captación, asignación de recursos financieros y la movilización de estos, lo que permite el consumo, producción y distribución de bienes y servicios; al mismo tiempo que ofrece dinero, presenta la motivación de crear la demanda sobre el mismo por medio de un motivo transaccional (atención de pagos y mantener flujo de caja), un motivo preventivo (pagos imprevistos o contingencias personales a nivel familiar y operativas a nivel empresarial) y un motivo de especulación (en cuanto a mercados bursátiles a través de venta y compra de valores).

En la historia se ha evidenciado la vulnerabilidad del sector financiero, conllevando a la creación de leyes, normas, tratados, convenios, entre otros, a nivel mundial, con el fin de mitigar los riesgos financieros, principalmente el asociado al crédito.

Al momento de otorgar un crédito, una entidad financiera aumenta su nivel de riesgo, por esto necesita evaluar no solo los aspectos cuantitativos sino fortalecer los cualitativos; actualmente las entidades financieras se basan en la opinión y criterios de los expertos que en ella intervienen, siendo la Lógica Fuzzy la herramienta de medición de los mismos.

La lógica difusa ha permitido incluir en la mayoría de modelos financieros la incertidumbre de manera diferente a como lo hace actualmente la teoría de probabilidades. La ventaja que tiene la lógica difusa es que permite definir e incluir en el análisis conceptos o variables, aun cuando no estén formulados de forma precisa. Ésta trabaja con reglas de inferencia, las cuales se obtienen de las experiencias del operador o a partir de las series históricas que son propias de cada sistema.(Hurtado & Gómez, 2008)

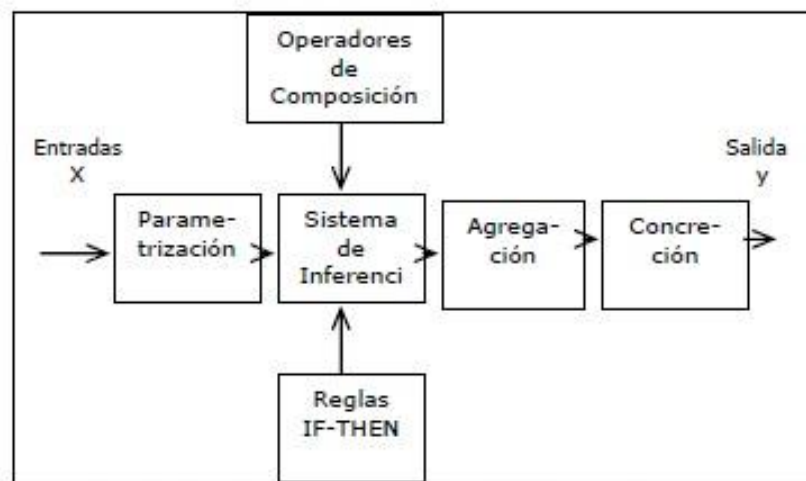


Figura 2. Sistema de inferencia Difuso. Tomado de “Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito”. Adaptada de Santiago Medina Hurtado, Gisela Paniagua Gómez, 2008.

A continuación se explican los pasos que integran un FIS:

Proceso de concreción. En esta primera etapa se definen las variables tanto de entrada como de salida del sistema (variables lingüísticas), sus valores lingüísticos y sus funciones de pertenencia. Este proceso también es llamado parametrización.

El término “variables lingüísticas” se refiere a variables que pueden tomar valores ambiguos, inexactos o poco claros, por ejemplo, la variable lingüística “Rentabilidad” puede tomar los valores lingüísticos “bajo, medio y alto”, que tienen un significado semántico y que se pueden expresar numéricamente por funciones de pertenencia.

De esta manera, se puede hablar formalmente de Conjunto Difuso como:

Sea: X el universo de valores que puede tomar la variable

x un elemento cualquiera de X

$A \subset X$ colección de elementos x que pertenecen a X

Si X es una colección de objetos denotados genéricamente por x , entonces el conjunto difuso A en X es definido como el conjunto de pares ordenados:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\}$$

Donde $\mu_A(x)$ se denomina función de pertenencia del conjunto difuso A . La función de pertenencia otorga a cada elemento de X un grado de membresía entre 0 y 1. Los tipos de funciones de pertenencia comúnmente utilizados son: la función Triangular, Trapezoidal, Gausiana, Sigmoidal y Generalizada de Bell. Éstas se escogen de forma tal que se consiga una adecuada correspondencia entre los espacios de entrada y salida de un sistema. La Figura 3. presenta tres conjuntos difusos con valores lingüísticos bajo, medio, alto para la variable margen Operativo.

El proceso de parametrización consiste en definir funciones de pertenencia para cada uno de los valores lingüísticos definidos para las variables de entrada y salida del sistema. En general los valores lingüísticos son definidos con base a opiniones de expertos los cuales se distribuyen a lo largo del universo del discurso (rango posible de valores que puede tomar la variable).

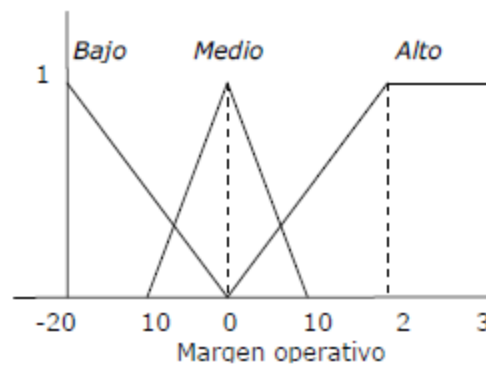


Figura 3. Conjuntos difusos y funciones de pertenencia. Tomado de “Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito”. Adaptado de Santiago Medina Hurtado, Gisela Paniagua Gómez, 2008.

Cuando hay información previa de la variable de interés, la distribución de los conjuntos difusos en el universo del discurso puede basarse en un análisis estadístico previo de la serie histórica (histograma de frecuencias) conjugada con la opinión de los expertos, mientras que para aquellas variables que caracterizan posiciones netamente subjetivas (por ejemplo propensión a tomar riesgos) puede definirse una escala de calificación donde los expertos ubican los niveles de la variable y a los que se le asocian los conjuntos difusos.

Reglas Difusas SI-Entonces: Estas reglas especifican la relación entre las variables de entrada y salida del sistema. Las relaciones difusas determinan el grado de presencia o ausencia de asociación o interacción entre los elementos de dos o más conjuntos.

La regla SI-ENTONCES tipo Mandani, asume la forma: “Si X_1 es A_1 y X_2 es A_2 y.....y X_k es A_k , entonces Y es B ”. Donde $A_1, A_2, \dots, A_k, B$ son valores lingüísticos definidos mediante conjuntos difusos para las variables lingüísticas en el universo del discurso $X_1, X_2, \dots, X_k$ y Y respectivamente.

La parte de la regla “ X_i es A_i ” es llamada el antecedente o premisa, y la parte “ Y es B ” es llamada el consecuente o conclusión. La regla anterior define una relación borrosa en el espacio $k+1$ dimensional caracterizada por una función de pertenencia

$$\mu_{A_k \rightarrow B}(X_1, X_2, \dots, X_k, Y) \in [0; 1].$$

La base de las reglas borrosas en general se obtiene del conocimiento de expertos mediante entrevistas, cuestionarios o técnicas de panel, sin embargo, en muchas ocasiones no se tiene acceso a dichos expertos, pero se cuenta con una base de datos de las variables de entrada-salida. En situaciones como esta, es posible generar reglas borrosas que definan una adecuada correspondencia entre las variables de entrada y salida.

La interpretación de una regla SI-Entonces involucra dos pasos, el primero es evaluar el antecedente mediante la aplicación de cualquier operador difuso y el segundo paso es la implicación o la aplicación del resultado del antecedente al consecuente. Esto se hace evaluando la función de pertenencia $\mu_{A \rightarrow B}(X_1, X_2, \dots, X_k, Y)$. Es decir, se trata de evaluar la activación de una regla (activación del consecuente) en función del grado de cumplimiento del antecedente. Para realizar dicha tarea se hace uso de operadores de

composición de conjuntos difusos y de la aplicación de un sistema de inferencia (también llamado Razonamiento Difuso o Razonamiento Aproximado) el cual puede verse en la Figura 4.

Operaciones de composición. Las operaciones básicas que se realizan con conjuntos difusos son la Unión, la Intersección, la Complementación, el Producto Cartesiano y el Co-producto Cartesiano. Dichas operaciones se realizan mediante la aplicación de algún operador binario clasificado como T-normas (para operaciones de intersección) o S-normas (para operaciones de unión). (Kaufman, 1990, Trillas, 1980, Jang, 1997, Kulkarni, 2001, Kasabov, 1998)

Debido a que las reglas difusas definen una relación difusa en el espacio $k+1$ -dimensional caracterizado por una función de pertenencia $U_{A_k \rightarrow B}(X_1, X_2, \dots, X_k, Y) \in [0; 1]$, las operaciones básicas con conjuntos difusos son relaciones de implicación utilizadas para derivar las funciones de pertenencia de conjuntos difusos unidimensionales. Por otra parte, también permiten definir operaciones de composición para derivar relaciones difusas entre diferentes espacios producto, es decir, si tenemos relaciones para los espacios producto $X \times Y$ y $Y \times Z$ podemos a través de operaciones de composición obtener la relación del espacio producto $X \times Z$. Se han sugerido diferentes operaciones de composición para las relaciones difusas, las más conocidas son la composición Max-Min propuesta por Zadeh y la composición Maxproducto

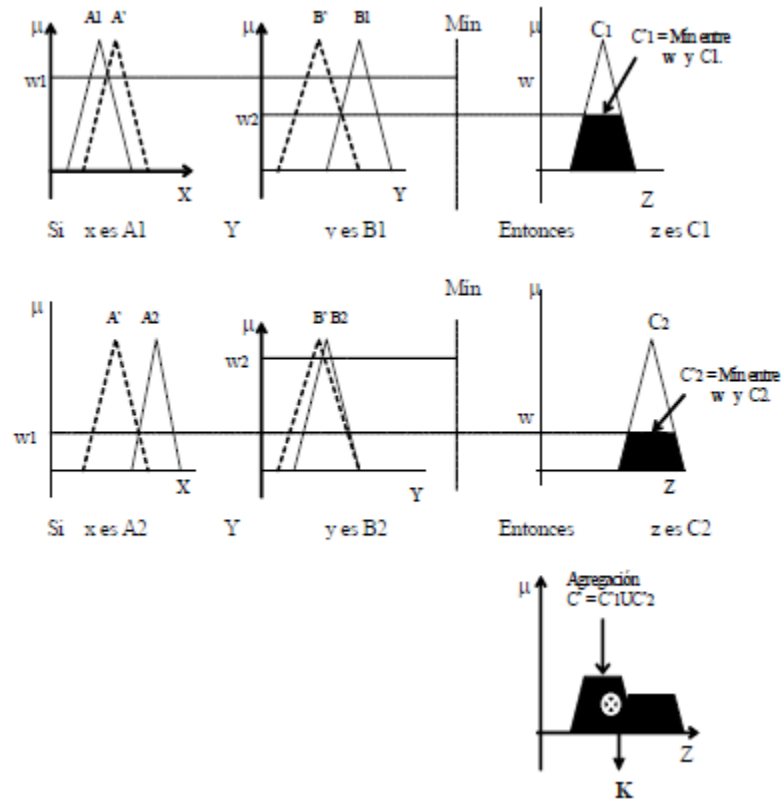


Figura 4. Sistema de Razonamiento aproximado. Tomado de “Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito”. Adaptado de Santiago Medina Hurtado, Gisela Paniagua Gómez, 2008.

Mecanismos de Inferencia (Razonamiento Aproximado): El Razonamiento Aproximado es un procedimiento de inferencia usado para derivar conclusiones desde un conjunto de reglas difusas tipo SI-ENTONCES y los datos de entrada al sistema mediante la aplicación de relaciones de Composición Max-Min o Max- Producto. Es decir, es un mecanismo que permite inferir un valor difuso B' cuando se tienen unas entradas difusas en el espacio k -dimensional A^k y se ha definido una relación de implicación $R : A^k \rightarrow B$, esto es:

$$B' = A^k \circ (A^k \rightarrow B)$$

Por ejemplo, considerando las dos reglas siguientes:

Regla 1: SI x es A1 y y es B1 Entonces z es C1 si no,

Regla 2: SI x es A2 y y es B2 Entonces z es C2.

Se trata de inferir el resultado C' a partir de las entradas: “x” es A' e “y” es B' y el grupo de reglas anteriores. Se puede expresar cada regla en forma general como $R1 = (A1xB1) \rightarrow C1$ y $R2 = (A2xB2) \rightarrow C2$. Si se usa la composición Max- Min para inferir $UC'(z)$, el operador de composición “o” se distribuye sobre el operador unión (U) como sigue:

$$C' = (A' \times B') \circ (R1 \cup R2)$$

$$C' = \{(A' \times B') \circ R1\} \cup \{(A' \times B') \circ R2\}$$

$$C' = C1' \cup C2'$$

Donde $C1'$ y $C2'$ (Ver Figura 4) son conjuntos borrosos inferidos de la regla 1 y la regla 2 respectivamente. Este resultado puede extenderse para el caso de n-reglas.

Agregación. En esta etapa del proceso las salidas de cada una de las reglas se combinan para obtener un único conjunto difuso. Las entradas del proceso de agregación son las funciones de pertenencia truncadas obtenidas de la etapa de inferencia para cada una de las n-reglas. En la Figura 3 el conjunto $C' = C1' \cup C2'$ agrega las funciones truncadas de cada regla. El método de agregación es conmutativo, es decir, no importa el orden en el que la salida de cada regla es agregada. Este proceso define un método para hallar $C' = (C1' \cup C2' \cup \dots \cup Cn')$, donde $C1', C2', \dots, Cn'$ son los conjuntos difusos inferidos de la regla 1, 2, ..., n. y C' es un conjunto difuso de salida con función de pertenencia igual a $UC'(z)$, dadas las condiciones de entrada del sistema y la base de reglas. El operador de agregación más utilizado es Máximo, por tanto:

$$C' = [(z, UC'(z)) / z \in Z]$$

Donde Z= Universo del discurso de la variable de salida “y”

$$\mu_{C'}(z) = \text{Max}(C_1', C_2', \dots, C_n')$$

Proceso de Concreción: En ésta última etapa se obtiene un valor nítido o concreto (K) a partir del conjunto difuso de salida C' el cual proporciona la solución del sistema planteado (ver figura 4.).

Entre los métodos de concreción más utilizados se encuentran: Centroide, Bisectriz, Media de los máximos, Más pequeño de los máximos y Más grande de los máximos. En las siguientes sesiones se presentan algunas aplicaciones de la lógica difusa en la solución de problemas financieros. (Adaptado de Hurtado & Gómez, 2008)

Es justo decir que, la dinámica que imprime el sector financiero a la economía moderna implica precisión en las variables e información que orienta el desempeño del sector financiero afectando la actividad económica del mismo. Cuando la Lógica Fuzzy es aplicada a este sector actúa como un mecanismo preventivo mediante el análisis y la valoración de contingencias, midiendo el nivel del riesgo a asumir por el cliente y la diferencia se transfiere a un tercero. Cabe aclarar que cada entidad financiera tiene criterios propios para aplicar el modelo matemático basado en Fuzzy, que no solo utiliza expertos, sino que se apoya en reglas a partir de las vivencias históricas.

Los retos del siglo XXI para las organizaciones en el mercado están basados en la optimización de sus procesos, estamos en una época o generación donde el cliente no es susceptible al poder adquisitivo, por el contrario, se condiciona al Good Will y calidad de los productos y servicios.

De lo anterior es necesario evaluar y comparar los procesos de negocio para afianzar la calidad de los mismos y a su vez la fidelización de los clientes; utilizando la Lógica Fuzzy como un intermediario.

La Lógica Difusa es una de las herramientas de la inteligencia artificial que utiliza la experiencia del ser humano para generar un razonamiento que permite la toma de decisiones. Mediante esta herramienta se puede representar un sistema de gestión a través de un modelo matemático no-lineal, para ello se hace uso de variables lingüísticas y una serie de condiciones o reglas previamente definidas. Esta metodología trata de emular la experiencia adquirida por uno o más seres humanos a lo largo del tiempo. La elección de la estructura de decisiones a seguir depende de las características del trabajo en donde se aplicará, además el sistema podrá ir aprendiendo con el tiempo y almacenar sus propias experiencias para lo cual se puede apoyar en algoritmos de redes neuronales y algoritmos genéticos. El control difuso permite operar con conceptos vagos o ambiguos propios del razonamiento humano cualitativo, fundado sobre un soporte matemático que permite extraer conclusiones cuantitativas a partir de un conjunto de observaciones (premisas) y reglas cualitativas (base de conocimiento). («Salgado,Peralta,Montejano», s. f.)

Con la Lógica Fuzzy se busca la eficiencia organizacional, por lo que es necesario fortalecer los procesos por medio de la comunicación e interacción de los mismos en el ser humano para generar un razonamiento que le permita la toma de decisiones, surge como necesidad de las organizaciones representar de manera eficiente estos procesos para que sean de fácil comunicación e interacción.

Se encuentra nuevamente que la aplicación de la Lógica Fuzzy actúa como complemento al Balance Scorecard con el fin de cuantificar los factores críticos del Éxito.

El Balance Scorecard proporciona a los directivos (de una compañía) el equipo de instrumentos que necesitan para navegar hacia el éxito competitivo futuro. Hoy en día las organizaciones están compitiendo en entornos complejos y, por lo tanto, es vital que tengan una exacta comprensión de sus objetivos y de los métodos que utilizarán para alcanzarlos. En estos entornos cambiantes el Balance Scorecard traduce la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de la actuación, que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica. Esta herramienta llena un vacío que existe en la mayoría de los sistemas de gestión: la falta de un proceso sistemático para poner en práctica una estrategia y obtener una realimentación que permita su ajuste permanente. Por medio de revisiones de gestión periódicas es posible examinar de cerca si la unidad de negocios está consiguiendo sus objetivos en cuanto a clientes, procesos internos, sistemas y procedimientos. (Mallo, Artola, Galanta, Pscual, Morettini y Busetto, 2005)

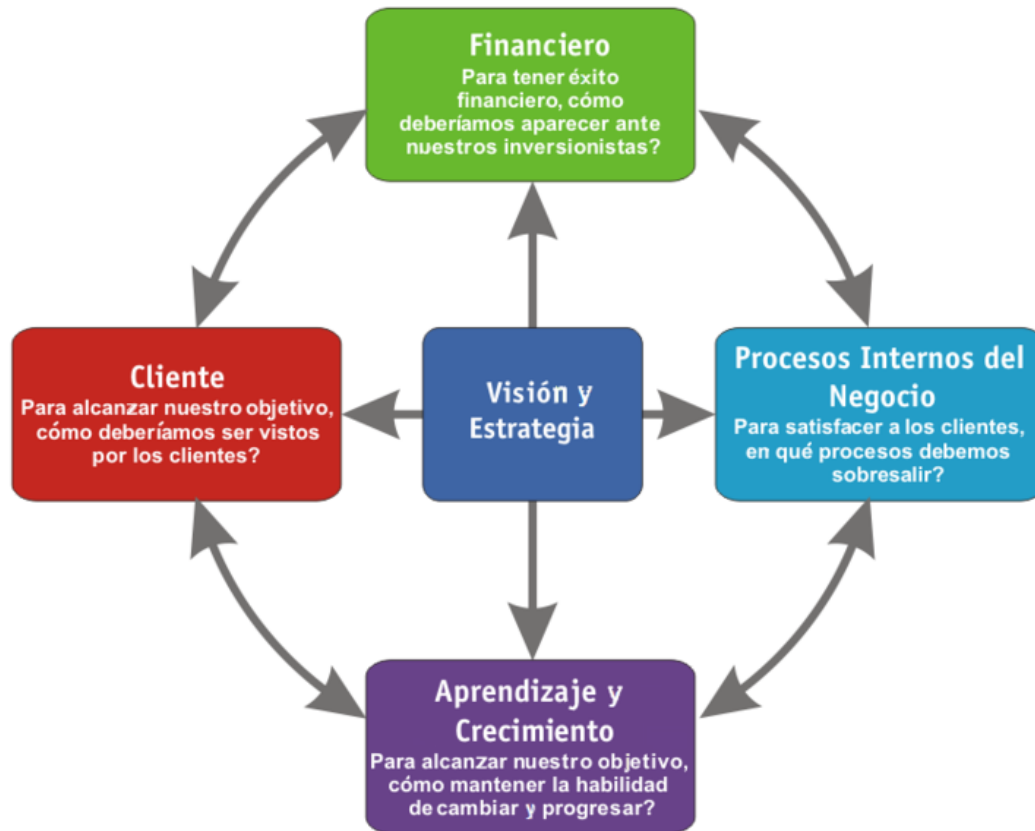


Figura 5. ¿Qué es el Balanced Scorecard y para qué sirve? Por GestioPolis, s. f.

En la figura 5, que presenta las cuatro perspectivas del Cuadro de Mando Integral, se puede apreciar que es un sistema que considera todos los procesos estratégicos de la organización.

El desarrollo de los mercados genera la necesidad de minimizar los escenarios de incertidumbre, es preciso fortalecer las estrategias de negocio enfocado en los esfuerzos individuales y colectivos en pro del crecimiento y desarrollo de las mismas; es así que muchas empresas utilizan herramientas de apoyo estratégico como el Balance Scorecard, y a pesar de que su funcionalidad permite monitorear las partes críticas de las empresas y analizar los resultados obtenidos, se presentan ambigüedades que es necesario llevarlas a la realidad del negocio con el apoyo de herramientas y modelos basados en Lógica Fuzzy.

Los autores anteriormente mencionados presentan un modelo matemático de conjuntos borrosos, utilizando intervalos de confianza y etiquetas lingüísticas, para operar las valoraciones de los factores críticos, con base en las opiniones fundadas de expertos, obteniendo como producto una herramienta que brinda mayor apoyo a las empresas en la creación de estrategias internas de acuerdo a los resultados arrojados, y adicionalmente se puede aplicar un Benchmarking.

Las diversas herramientas tecnológicas y administrativas, como la opinión de expertos, buscan obtener resultados que ayuden a la Empresa Constructora y Reparadora de la Industria del Níquel ECRIN a elevar el nivel de competitividad en el sector de la construcción, basado en una serie de criterios como: el indicador del cumplimiento de los plazos de ejecución, la calidad de los servicios, la cuota del mercado, las relaciones de pago con los proveedores, estado financiero y el incremento de las ventas.

A partir de lo citado por Brunet Cortina y Alfonso Robaina:

La matemática difusa, como herramienta de cálculo de criterios de verdad, parte de una escala de valores desde el más falso al más verdadero, brindando un resultado cuantitativo, que garantiza la elección más cercana a la verdad de una alternativa, tomando como base los atributos que cumple, para el logro de un objetivo determinado. (Brunet Cortina & Alfonso Robaina, 2010).

Se debe tener en cuenta el grado de importancia de quienes participan activamente del proceso fundamental en el logro de los objetivos, para de esta manera identificar oportunidades y debilidades de quienes intervienen; de acuerdo con esto, todos tienen un grado de experticia que

se utiliza como base fundamental para la aplicación de la Lógica Fuzzy, teniendo claro el concepto de lo que se quiere implementar y hacia dónde se quieren enfocar los métodos a aplicar; haciendo que se facilite determinar el plan de acción, con resultados aproximados a la realidad, donde se abre un sin número de escenarios imprevistos e irrazonados por los responsables de liderar las organizaciones.

Definitivamente, tanto las empresas como los seres humanos presentan características propias que necesitan un tratamiento especial y particular, actuando en engranaje para el desarrollo productivo y administrativo, donde dichas especificaciones hacen que los resultados de las nuevas aplicaciones sean eficaces y eficientes, no solo para los investigadores sino para todos los que quieran utilizar un modelo basado en Lógica Fuzzy.

Por consiguiente, con la globalización y todos los cambios que se generan diariamente, urge la necesidad de romper los esquemas tradicionales en la interpretación de los hechos económicos y la forma como se deben tratar para obtener los resultados esperados para el crecimiento del sistema financiero mundial.

Ahora bien, los resultados arrojados en el modelo presentado por Idalia Brunet Cortina y Daniel Alfonso Robaina dejan evidenciar las alternativas necesarias para elevar el grado de competitividad de la empresa Constructora y Reparadora de la Industria del Níquel ECRIN; demostrando que la aplicación de la Lógica Fuzzy permite servir de apoyo en la toma de decisiones para minimizar la brecha de la incertidumbre y crea conciencia de la importancia que tiene el entorno para el desarrollo de las compañías a nivel interno con los empleados y a nivel externo con los clientes, los competidores, los proveedores y todos los entes que interactúan en el proceso.

Dentro de la planeación estratégica de las empresas está el cumplimiento de sus objetivos, midiendo los factores que inciden sobre los mismos, teniendo en cuenta la gama de productos o servicios a los que un cliente está expuesto.

Un caso particular es el sector hotelero, en el cual su publicidad está basada en la satisfacción del cliente, determinando de forma negativa o positiva según la experiencia obtenida por el huésped durante su estadía.

Como usuarios del servicio tomamos decisiones subjetivas al tener como referencia los comentarios de personas, tales como como amigos, compañeros de trabajo, familiares, vecinos, etc.; por tal razón estas empresas deben garantizar que su personal se encuentre debidamente capacitado y ofrecer la infraestructura que cumpla con las necesidades de los clientes y conlleve a un resultado óptimo en el desarrollo y crecimiento del hotel.

Las necesidades del usuario organizacional se ven mezcladas con los gustos y deseos del individuo, perteneciente a esa organización compradora, donde su satisfacción personal le permite transformarse en prescriptor o influenciador en una próxima decisión de compra de su empresa. (Rosker E. y Maldonado C., Diciembre de 2010. Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa)

.

De aquí que la subjetividad de saber el grado de aceptación del usuario acerca del servicio obtenido sea el punto de partida de la aplicación de un modelo basado en Lógica Fuzzy que permita obtener una valuación más real de ésta.

La Función de satisfacción bajo Lógica Difusa Huésped:

La satisfacción del huésped se está midiendo de 1 a 5, donde 1 indica lo más bajo y 5 lo más alto. Calificar si el huésped vuelve al hotel o no, puede medirse según el grado de satisfacción que tenga respecto a lo que el hotel ofrece. En lógica clásica, se puede preguntar al huésped si vuelve o no vuelve y tomar decisiones sobre la respuesta que dio. Es decir, si el huésped dice SI entonces el huésped vuelve a hospedarse en el Hotel o si el huésped dice NO entonces el huésped NO vuelve a hospedarse en el Hotel. Otro mecanismo para determinar si el huésped vuelve es preguntándole si le gustaron los diferentes servicios del Hotel y este contesta con 1 los que SI y con 0 los que NO.

Rosker E. y Maldonado C., Diciembre de 2010. Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa. Ver Figura 6.

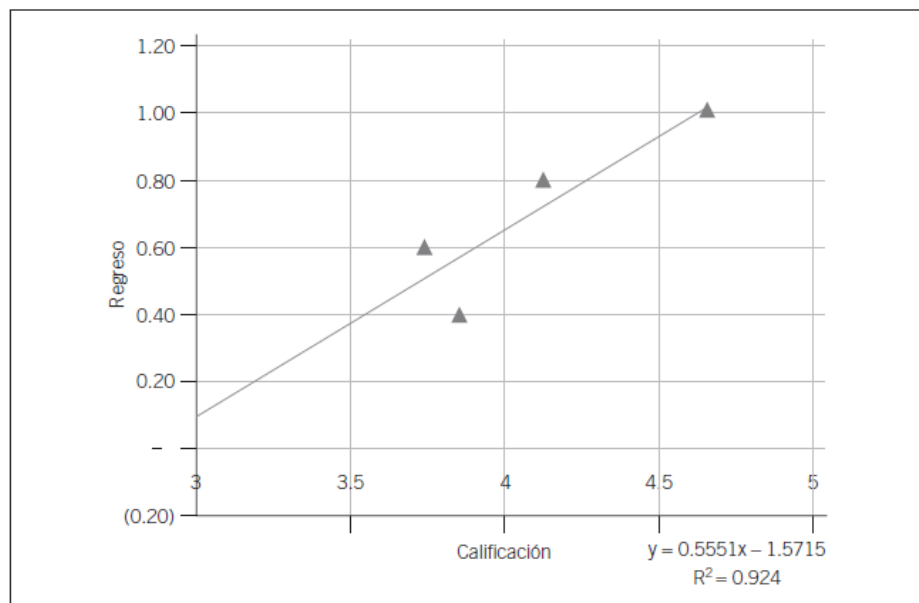


Figura 6. Conjunto Difuso Regreso. Tomado de “Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa”. Adaptado de Eduardo Julio Rosker, Carlos Eduardo Maldonado, 2010.

Se estima que el grado de seguridad en el regreso depende de la calificación, si el huésped califica los servicios del hotel con un puntaje mayor a 4.66 el grado de certeza en el regreso es 1, es decir la respuesta a la pregunta el Huésped regresa es “SI”. Ahora, si el puntaje es menor a 2.83 la respuesta es “NO”, el huésped no regresa al hotel. Entonces, qué pasa con los huéspedes que califican en promedio entre las calificaciones entre 2,83 y 4,64, para estas calificaciones se ha generado una función de pertenencia o en este caso una función de regreso al Hotel, la cual varía en función de la calificación de la encuesta, si se denota el promedio de calificación con x y la función de regreso del huésped al hotel con $f(x)_{\text{regreso}}$, entonces:

$$f(x)_{\text{regreso}} = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 4.64 \\ 0.5551x - 1.5715 & \text{si } 2.83 \leq x < 4.64 \\ 0 & \text{si } x < 2.83 \end{cases}$$

Figura 7. Función de regreso del Huésped al Hotel. Tomado de “Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa”, Eduardo Julio Rosker, Carlos Eduardo Maldonado, 2010.

Por ejemplo, un huésped que califica en promedio en 3.3 tiene un resultado de regreso de 0.26, o por ejemplo una calificación de 4.38 tiene un regreso de 0.86, la de 4.55 tiene un regreso de 0.98: donde 1 es el más alto. Bajo estos resultados la incertidumbre es manejable y las decisiones pueden ser más confiables.

Desde otra óptica, el no regreso se puede ver con las calificaciones más bajas, por ejemplo con las calificaciones menores a 2.83. Si un huésped en promedio califica con 1 los servicios del Hotel, entonces se concluye que No regresa, pero si los califica con 3 entonces el huésped sí regresa al Hotel.

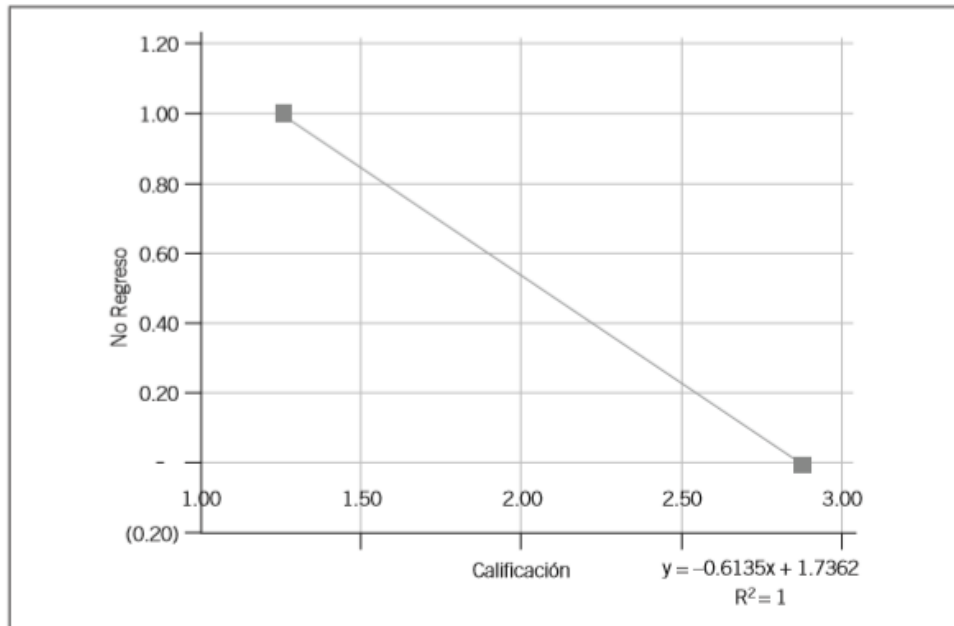


Figura 8. Conjunto Difuso No regreso. Tomado de “Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa”. Adaptado de Eduardo Julio Rosker, Carlos Eduardo Maldonado, 2010.

Se estima que el grado de seguridad en el regreso depende de la calificación, si el huésped califica los servicios del hotel con un puntaje mayor a 4.66 el grado de certeza en el regreso es 1, es decir la respuesta a la pregunta el Huésped regresa es “SI”. Ahora, si el puntaje es menor a 2.83 la respuesta es “NO”, el huésped no regresa al hotel.

Entonces, qué pasa con los huéspedes que califican en promedio entre las calificaciones entre 2,83 y 4,64, para estas calificaciones se ha generado una función de pertenencia o en este caso una función de regreso al Hotel, la cual varía en función de la calificación de

la encuesta, si se denota el promedio de calificación con x y la función de regreso del huésped al hotel con $f(x)_{\text{regreso}}$, entonces:

$$f(x)_{\text{regreso}} = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 4.64 \\ 0.5551x - 1.5715 & \text{si } 2.83 \leq x < 4.64 \\ 0 & \text{si } x < 2.83 \end{cases}$$

Figura 9. Función de regreso del Huésped al Hotel. Tomado de “Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa”, Eduardo Julio Rosker, Carlos Eduardo Maldonado, 2010.

Por ejemplo, un huésped que califica en promedio en 3.3 tiene un resultado de regreso de 0.26 o por ejemplo una calificación de 4.38 tiene un regreso de 0.86, la de 4.55 tiene un regreso de 0.98: donde 1 es el más alto.

Bajo estos resultados la incertidumbre es manejable y las decisiones pueden ser más confiables. Desde otra óptica, el no regreso se puede ver con las calificaciones más bajas, por ejemplo: con las calificaciones menores a 2.83. Si un huésped en promedio califica con 1 los servicios del Hotel, entonces se concluye que No regresa, pero si los califica con 3 entonces el huésped si regresa al Hotel.

En la siguiente gráfica se dibuja dicho comportamiento.

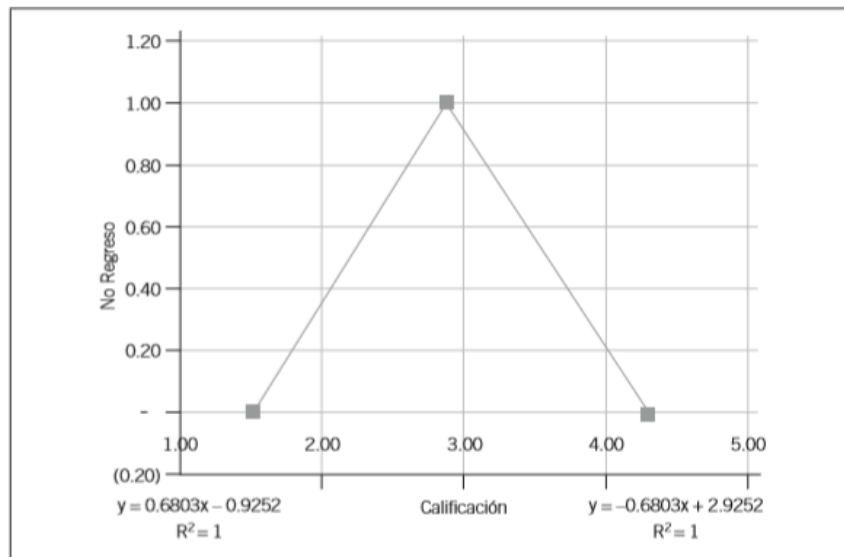


Figura 10. Conjunto Difuso Indeciso. Tomado de “Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa”. Adaptado de Eduardo Julio Rosker, Carlos Eduardo Maldonado, 2010.

La función que describe el comportamiento de los puntajes indecisos es

$$f(x)_{indeciso} = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 1.36 \text{ y } x > 4.3 \\ 0.6803x - 0.9252 & \text{si } 1.36 \leq x < 2.83 \\ 1 & \text{si } x = 2.83 \\ -0.6803x + 2.9252 & \text{si } 2.83 < x < 4.30 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Figura 11. Función del comportamiento de los puntajes indecisos. Tomado de “Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa”, Eduardo Julio Rosker, Carlos Eduardo Maldonado, 2010.

Por ejemplo, para el puntaje de 3.3 que era muy bajo para estar en regreso ahora se tiene un nivel más alto dentro de los indecisos, 0.68, y una calificación de 2,38 tenía un nivel de no regreso de 0.25, pero ahora tiene un nivel de 0.69.

Bajo estas condiciones se pueden tomar medidas específicas para cada grupo que clasifica de forma difusa los huéspedes del hotel.

Por ejemplo, el conjunto de los huéspedes que por calificación se considera en los del grupo de regreso, se puede tratar con una política de motivación para que reafirmen su opinión de regresar al hotel. A los huéspedes que pertenecen al grupo de NO REGRESO se les trata con una política de oferta o seguimiento para identificar la razón del no regreso. Y para los huéspedes pertenecientes al grupo de indecisos, una política de incentivo para que pasen al grupo de los que regresan y evitar el paso al grupo de los que no regresan.

El mercado en general no obedece a la lógica formal clásica. Es indispensable incorporar otras lógicas, notablemente las lógicas no-clásicas; por ejemplo, la lógica del tiempo, la lógica para consistente, la lógica de la relevancia, la lógica polivalente, la lógica cuántica, la lógica libre, la lógica difusa, la lógica de fábricas. Ahora bien, de todas las lógicas no-clásicas, la única que ha logrado ser implementada técnica, tecnológica, operativamente, hasta la fecha, es la lógica difusa. Por esta razón este estudio ha hecho uso de contribuciones de la lógica difusa para un estudio de mercadeo; en este caso, en una empresa del sector hotelero en Colombia. Pero la puerta permanece abierta para la incorporación práctica de otras lógicas no-clásicas. Rosker E. y Maldonado C., Diciembre de 2010. Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa.

El estudio realizado en el hotel Tequendama (Bogotá) bajo la Lógica Fuzzy en función de la optimización y la capacidad instalada, obtiene resultados para una toma de decisiones precisas que le permita a la organización aumentar su mercado mediante estrategias como la fidelización de clientes.

Alrededor del estudio de los bienes y servicios, los cuales hacen parte del objetivo principal de la economía, es necesario analizar el comportamiento de las preferencias que tienen los consumidores y el proceso de toma de decisiones sobre las mismas, tomando como base el poder adquisitivo y las necesidades existentes.

Cabe señalar que dentro del sector terciario de la economía nacional se encuentran los servicios deportivos, los cuales no son valorados de forma apropiada y se excluyen sin darles la relevancia pertinente, solo se destinan los recursos que se encuentran estipulados en el plan de gobierno, limitando el desarrollo social, cultural y deportivo del país. Es por esto que los escenarios deportivos, de acuerdo al apoyo económico recibido por terceros, están divididos en públicos, privados y mixtos; condicionando la decisión del consumidor de acuerdo a su grado de satisfacción; debido a:

El estudio de la satisfacción del consumidor es uno de los temas más tratados en la literatura científica en las disciplinas hermanas de marketing y psicología de consumo. La importancia de su estudio se fundamenta en dos razones: (1) su medición sirve como aproximación para calibrar si las organizaciones están actuando acorde a sus objetivos; (2) su conocimiento permite elaborar predicciones sobre el comportamiento futuro del consumidor. (Martínez García, García & Caro, 2009).

Es necesario recalcar que los escenarios deportivos más demandados son aquellos que trabajan en pro de sus consumidores, reconociendo en ellos la base fundamental de ingresos en el sostenimiento de los mismos; las nuevas generaciones han creado la cultura de estar en constante práctica deportiva, sea profesional, por pasatiempo, bienestar físico y mental (salud).

Ahora bien, para lograr medir la satisfacción del consumidor es necesario tener en cuenta las actitudes del mismo:

La satisfacción del consumidor es considerada como una actitud; una evaluación subjetiva sobre las experiencias de consumo. Así, la satisfacción es entendida como un juicio evaluativo que el consumidor realiza de forma global sobre su experiencia de consumo en un momento posterior al consumo (Fornell, 1992), basado parte en aspectos cognitivos, y parte en la respuesta afectiva a estímulos del producto o servicio. (Oliver, 1997).

Con respecto a la Lógica Fuzzy, es la herramienta más adecuada para medir las actitudes del consumidor teniendo como resultado el nivel de satisfacción del mismo, basada en la incertidumbre que se produce del conocimiento incompleto, la generalidad, la ambigüedad o la imprecisión de la información, reconociendo más que simples valores verdaderos o falsos; permitiendo obtener resultados más certeros de la satisfacción del consumidor en los servicios deportivos.

Dentro de los diferentes campos de implementación de la Lógica Fuzzy se encuentra que en las instituciones de educación superior se manejan métodos de evaluación de calidad sobre los trabajos de investigación, con el fin de afianzar su reconocimiento, credibilidad, excelencia y

adicionalmente solicitar apoyo económico a los entes gubernamentales para el desarrollo de las mismas. La Dirección de Investigación (DI) de la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) (México) cuenta con un sistema de evaluación que no logra medir la productividad de los investigadores de las diferentes escuelas de nivel medio superior, superior y centros de investigación del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México DF, por tanto la DI no aprueba la asignación de recursos a estos proyectos, razón por la cual se propone mejorar el sistema utilizado por la DI.

Por lo anterior, la ingeniera Consuelo Varinia García Mendoza expone integrar la Lógica Difusa al diseño de software como una herramienta para determinar la base del conocimiento, las variables lingüísticas de la SIP, y establecer un polinomio difuso de asignación y evaluación; lo cual permitirá establecer una relación amigable entre el sistema y el evaluador así como con el asignador de recursos; asignación del presupuesto con criterios estandarizados y parámetros preestablecidos de acuerdo a la base del conocimiento y una estabilidad en el modelo lingüístico considerando propiedades markovianas. (Mendoza & Virinia, 2008)

Como dijimos al principio, la Lógica Fuzzy permite satisfacer las necesidades de los usuarios debido a los cambios que se pueden incorporar en los sistemas de información para la toma de decisiones, de esta forma la Lógica Fuzzy minimiza el nivel de incertidumbre brindando una evolución continua.

2.2.2. Lógica Fuzzy en la Contabilidad y Costos de Producción.

A través de la historia se ha esquematizado el proceso contable generando una desventaja en el resultado de las transacciones reconocidas, porque desvirtúa la realidad económica de las organizaciones; para poder entender dicho acontecimiento es necesario trasladarnos al principio de la partida doble que es la base fundamental del sistema contable encargado de reflejar las operaciones financieras; por naturaleza contable y equilibrio de la misma es necesario que haya doble registro, es decir, la existencia de un deudor y un acreedor, sesgando la información registrada, pues se limita a cumplir dicho principio hasta el punto en que los registros reflejan operaciones con mayores valores afectando situaciones como: la depreciación, los cargos diferidos, el valor de uso, el valor del mercado y los riesgos inherentes al negocio, adicionalmente la globalización abrió las puertas a negociaciones internacionales entre diversos países sin importar la cultura, ubicación, idioma y demás razones que limitaban alianzas comerciales, impidiendo hablar un mismo lenguaje a nivel mundial.

Es así como en 1973 nace el IASC-International Accounting Standard Committee (Comité de Normas Internacionales de Contabilidad) por convenio de organismos profesionales de diferentes países: Australia, Canadá, Estados Unidos, México, Holanda, Japón y otros, y posteriormente, en 2001 se complementaron a Normas Internacionales de Información Financiera (IFRS por sus siglas en inglés) que son el conjunto de estándares internacionales de contabilidad promulgadas por el International Accounting Standards Board (IASB).

Las Normas Internacionales de Contabilidad tienen como objetivo principal "la uniformidad en la presentación de las informaciones en los estados financieros", sin importar la nacionalidad de quien los estuvieren leyendo e interpretando y Las Normas Internacionales de Información Financiera establecen los requisitos de reconocimiento, medición, presentación e información a

revelar sobre las transacciones y hechos económicos que afectan a una empresa y que se reflejan en los estados financieros.

De esta manera, el resultado de seguir aplicando la contabilidad tradicional conlleva a limitar la inversión, crecimiento, desarrollo, competitividad de las empresas y posteriormente la economía de las naciones que se encuentran en desarrollo, debido al manejo de un lenguaje homogéneo en los diferentes sistemas, por lo que urge la necesidad de aplicar cambios internos y externos en la forma de registro y reconocimiento de los hechos económicos, de manera que los sistemas de medición para cuantificar la realidad económica de las organizaciones convencionales quedan cortos para satisfacer la demanda instaurada por los nuevos cambios, si bien es cierto existen diversos modelos no lineales los cuales ofrecen resultados más acordes a la realidad basados en las directrices de medición; entre estos la Lógica Fuzzy es un sistema completo para dicha aplicación.

La lógica borrosa permite por un lado facilitar la representación de los pensamientos humanos y tratar la subjetividad derivada de la opinión de los expertos, además de introducir en el análisis la incertidumbre del entorno donde se desarrolla la empresa, aspectos que [estos autores] consideran fundamentales para dotar a cualquier modelo de validez y solvencia dentro de la investigación contable. (Rico, M.A. y Tinto, J. (2008). *Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables*. Contaduría Universidad de Antioquia, 52, pp199-214).

Dentro de este contexto, la contabilidad se encarga de medir, cuantificar y analizar la realidad económica, por lo cual es necesario romper los paradigmas establecidos a través de la historia,

especialmente después de los nuevos estándares establecidos como respuesta a la evidente necesidad de expresar el desarrollo financiero, económico, social y ambiental de las organizaciones; es clara la apreciación absoluta por parte de los autores Marco A. Rico y Jaime Tinto de dar un nuevo horizonte a las ciencias contables. Por lo que se hace indiscutible la importancia de realizar investigaciones sobre la aproximación a una realidad absoluta de los hechos económicos y la forma de medición de los mismos.

Desde la parte epistemológica, la contabilidad tiene conceptos básicos mas no elementales, en este sentido se observa la contabilidad como la encargada de registrar la información de las empresas y presentar una serie de informes financieros ya establecidos por las normas vigentes, que a través de estos informes, los profesionales y expertos desarrollan la capacidad analítica e interpretativa, ayudando a disminuir la incertidumbre sobre la realidad económica que poseen las organizaciones, siendo el plus que hoy buscan las gerencias en el área contable y administrativa para una toma de decisiones apropiada.

Es necesario precisar que la contabilidad evoluciona e interactúa permanentemente con el entorno en diferentes ámbitos: económico, social y ambiental; de esta relación se obtiene como resultado los hechos administrativos que fortalecen, crecen y desarrollan en las organizaciones las cualidades y oportunidades necesarias para ser cada vez más competitivos en el mercado, generando estabilidad y equilibrio en dichos espacios.

Es relevante mencionar que, en contabilidad, dentro de sus características primordiales está el explicar y precisar la realidad de un hecho económico, partiendo de la información registrada sobre el pasado y presente, para elaborar proyecciones futuras utilizadas en la toma de decisiones financieras y administrativas, ya sea como medida preventiva o correctiva en el desarrollo del negocio.

Cierto es que, la contabilidad es una ciencia que abarca diversos campos dentro de la economía de las naciones y por ende afecta la economía de las empresas, es así como la aplicación contable tradicional de teneduría y registro de libros contables pasó a ser una ciencia analítica y proyectiva que se encuentra en evolución, lo que es evidente en la implementación de normas contables y financieras ofreciendo al empresario mayor conocimiento del negocio desde una óptica interna y externa.

Aplicar las nuevas normas contables y financieras obliga a las organizaciones a apoyarse en las Tecnologías de la Información y la Comunicación, profesionales y expertos de diferentes áreas (mercadeo, administración, finanzas, sistemas, arquitectura, etc.), además en modelos de medición que disminuyan los niveles de incertidumbre en la realidad económica de las mismas, como lo es la Lógica Fuzzy.

A partir de las ciencias económicas, contables y administrativas han encontrado en la Lógica Fuzzy la integración necesaria para disminuir el grado de incertidumbre y acercarse a la realidad.

La teoría de conjuntos difusos, se presenta como alternativa a enfoques determinísticos y que representan el enfoque tradicional. Aplica la matemática de la incertidumbre a las previsiones contables de la empresa, mediante la lógica fuzzy y la teoría de los subconjuntos borrosos. Admite la existencia de expertos que emiten opiniones sobre las expectativas futuras en una triplete: una de mínima, otra de máxima y otra más posible. Gil, J. (2012). La contabilidad: su contenido proyectivo en el contexto de las predicciones. Contaduría Universidad de Antioquia, 60, 95-117.

Es así como la habilidad de contar los hechos cuantitativos de un ente económico termina haciendo imprescindible tomar los hechos cualitativos, narrando el contenido y origen de los mismos, interpretando el significado por medio de las aplicaciones de medición existentes que se pueden complementar con la Lógica Fuzzy que permite medir el grado de incertidumbre, posibilidades y probabilidades de incidencia.

La investigación es una actividad basada en procesos que permite la evolución y adquisición de conceptos, teniendo como objetivo ampliar y explicar los campos de las ciencias.

Las ciencias contables buscan la precisión de la información, para ello deben adoptar métodos no convencionales que garanticen la inclusión de la subjetividad de tal forma que disminuya la incertidumbre que se produce en los procesos de las empresas.

Estas mismas ciencias por su complejidad e integralidad han evolucionado con el fin de perfeccionarse para brindar el apoyo necesario en el desarrollo eco-sostenible de las organizaciones, quedando obsoleta aquella contabilidad clásica y tradicional de teneduría y registro de libros, para transformarse en la herramienta elemental en la toma de decisiones para el crecimiento y desarrollo de las empresas y el mercado.

Rico F., Marco A., Licenciado en Contaduría Pública de la Universidad de Los Andes - Venezuela y Tinto A., Jaime, Licenciado en Economía de la Universidad de Los Andes – Venezuela, proponen en su artículo:

El uso de dos herramientas desarrolladas a partir de la teoría de los subconjuntos borrosos (el expertizaje-contraxpertizaje y la teoría de los efectos olvidados) en el tratamiento expost de la información contable tradicional, con el fin de mejorar su calidad.

Expertizaje: “permite sistematizar la inclusión de las opiniones de un grupo de expertos en relación con un tema que incluya la valoración de aspectos subjetivos e imprecisos, con el fin de conformar un expertón necesario para aplicar el contra expertizaje, que a su vez disminuirá considerablemente la playa de entropía o dispersión de las categorías estudiadas, afinando los resultados.”

Teoría de los efectos olvidados: “permite recuperar las incidencias o influencias olvidadas en tal identificación.” (Rico F., Marco A.; Tinto A., Jaime. (2010).

Herramientas con base en subconjuntos borrosos. Propuesta procedimental para aplicar expertizaje y recuperar efectos olvidados en la información contable. Actualidad Contable FACES Año 13 N° 21, Julio-Diciembre 2010. Mérida. Venezuela (127-146))

Por lo anterior podemos decir que el expertizaje es un proceso en el cual se realiza la consulta a un grupo de expertos (individuos con apropiadas habilidades y destrezas, y adecuadamente capacitados en el tema objeto de consulta gracias a su experiencia académica, profesional o empírica), con el fin de disminuir la incertidumbre respecto al mismo. Esto nos lleva a decir que mediante estas herramientas basadas en Lógica Fuzzy el área contable tiene un apoyo visionario y complementario en los estados financieros, lo cual permite la toma de decisiones y anticiparse a los riesgos que se presentan.

Es evidente el impacto que ocasiona el proceso tecnológico en la sociedad, y cada cambio realizado en la tecnología permite revolucionar, mejorar, adaptar y facilitar la satisfacción de necesidades, afectando cada una de las aplicaciones utilizadas en el desarrollo de funciones dentro de diversos escenarios (humanísticos y científicos); por lo que los niveles de ocio y

tiempo libre aumentan rápidamente simplificando procesos y acortando distancias en las actividades a nivel personal.

Los empresarios han decidido utilizar los cambios tecnológicos dentro de las organizaciones como herramienta esencial en la toma de decisiones principalmente, optimizando los recursos, aumentando la capacidad de producción y posicionándose en el mercado como entes competitivos capaces de satisfacer necesidades haciendo de cada dificultad una oportunidad de crecimiento empresarial.

Sin duda alguna la información contable y financiera dentro de las empresas es vital para la planeación, proyección y cumplimiento de objetivos, por lo que se hace imperativo implementar y utilizar los avances tecnológicos en dicha área; es claro que los entes económicos giran en torno a diversas variables, entre esas el comportamiento contable; por lo tanto las ciencias contables pasan de registrar a observar la realidad económica y expresar los resultados obtenidos, ya sean cuantitativos y/o cualitativos, de forma que permitan decidir sobre los componentes internos y externos, directos e indirectos.

Por lo que es justo precisar de lo anterior que la base tecnológica en las ciencias contables son los sistemas de información, que facilitan el registro, clasificación, análisis, control, actuando de forma eficiente y eficaz en el recaudo de cartera o pago de proveedores, por nombrar algunos campos de acción; adicionalmente, es necesario aclarar que sobre los mismos recaen grandes riesgos tecnológicos como: sanciones legales, hurto/fraude, pérdida de información, malversación de activos, pérdida por exceso de egresos, pérdida de ingresos, pérdida de negocios, credibilidad publica y decisiones erróneas, sobre los cuales nace la obligación de mitigación y control.

Tal como lo plantea Carlos Alberto Muñoz Restrepo, Contador Público de la Universidad de Antioquia, a través de la Inteligencia Artificial se pueden diseñar sistemas expertos que faciliten el proceso contable dentro de las organizaciones sobre la toma de decisiones.

La inteligencia artificial, en adelante IA, constituye el campo de los sistemas artificiales que permiten emular el raciocinio, la toma de decisiones, las capacidades y formas de representación del conocimiento y el aprendizaje; es decir, imitar el comportamiento del ser humano. En este orden, los sistemas de IA, se constituyen en la capacidad de adaptación y su proceso de aprendizaje, permitiendo la construcción de dispositivos para la automatización de procesos de manera inteligente, esto es, de manera independiente a la intervención permanente de un ser humano. En nuestra disciplina, permite, entre otras cosas, la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre, y la posibilidad de administrar grandes cantidades de información, así, la automatización de la construcción de información, y la generación de procesos que ahorran en la inversión de recursos y la optimización de decisiones con ello relacionado. De acuerdo con Rivas (2014) en un sistema de inteligencia artificial están presentes las siguientes características:

- Capacidad de adaptación y aprendizaje.
- Habilidad para la toma de decisiones y planificación en ambientes con incertidumbre.
- Manejo de grandes cantidades de datos e información.

En el campo de la Inteligencia artificial podemos encontrar las siguientes áreas:

Tabla 2. Áreas de la Inteligencia Artificial

Sistemas expertos	Capturar la experticia de un ser humano, el sistema se hace experto en algo.
Redes neuronales	Emula la estructura de las células cerebrales para aprender cosas.
Lógica difusa	Cómo procesamos la información en nuestro cerebro, toma de decisiones, somos deterministas (lógica para el tratamiento de la información difusa/borrosa).
Algoritmos genéticos	Teoría de la evolución de las especies (es una analogía biológica, no de la inteligencia) el algoritmo copia el algoritmo de la evolución.
Sicología artificial	Sistemas que pretenden simular la conducta, estudia la interacción de seres humanos con seres artificiales y ambientes simulados.

«La Inteligencia Artificial y la Contabilidad. Lógica Borrosa y Representación

del Conocimiento», s. f.

Por lo anterior, al implementar la Inteligencia Artificial en los sistemas de Información contables, utilizando la Lógica Fuzzy como complemento en las herramientas convencionales de informática contable, la heurística y la hermenéutica de la misma, actuaría como ciencia en pro del desarrollo económico, social y ambiental del mundo.

Finalmente, el uso de la teoría de la Lógica Difusa permite diseñar Sistemas Expertos, orientados a objetos, con una base de conocimiento modificada y un mecanismo para la toma de decisiones basado en el establecimiento de una lógica de razonamiento difuso.

(Muñoz Restrepo Carlos Alberto (2014). La inteligencia artificial y la contabilidad.

Lógica borrosa y representación del conocimiento. Lúmina 15, pp. 116-140)

Si los gerentes y las juntas directivas fueran consientes de la importancia que tienen los sistemas de información dentro de las organizaciones y la gran incidencia que poseen sobre las

mismas, tendrían mayor cuidado sobre el control de estos, las actualizaciones, los cambios y las adaptaciones necesarias como solución a problemas, optimización de recursos especialmente en la información, para trabajar sobre espacios reales minimizando los escenarios de incertidumbre y probabilidades, aumentando así las posibilidades de éxito.

Sin lugar a duda, son varios los autores que han identificado en la Inteligencia Artificial la oportunidad de causar un giro inesperado sobre los métodos de medición, la presentación de la información financiera y, lo más importante, el análisis de la misma; por lo que existen técnicas basadas en IA las cuales son aplicadas a las ciencias económicas, tales como el Razonamiento Basado en Casos, los Sistemas Expertos, las Redes Neuronales, los Algoritmos Genéticos y la Lógica Fuzzy; siendo esta última el centro de nuestra investigación.

La investigación realizada por Leidy Maylén Pérez López, Licenciada en Contabilidad y Finanzas, Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Sancti Spíritus, Cuba, Jesús Pizarro Marín, Licenciado en Cultura Física, Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” y Rolando Armando Andrade Díaz, Licenciado en Contabilidad y Finanzas. Empresa Porcina Santa Clara. Cuba., plantea los diferentes ámbitos de aplicación según la clasificación utilizada en la IA, así:

- Razonamiento Basado en Casos no se ha implementado lo suficiente para resolver problemas en el ámbito económico. López, L. M. P., Marín, J. P., & Díaz, R. A. (2012). Cambios en el mundo económico actual a partir de la lógica difusa. *InfoCiencia*, 16(3), 1-12.
- Sistemas de Expertos en el mundo empresarial han tenido mayor campo de acción: planeación corporativa financiera, análisis de inversiones, concesión de créditos, análisis de estados financieros, interpretación de índices económicos,

análisis de tendencias, recuperación y revisión analítica de registros, el cálculo y asignación de costos, asignación de recursos escasos, control y análisis de desviaciones, diseño de sistemas de información y de gestión, análisis de riesgos, evaluación del control interno de una empresa. López, L. M. P., Marín, J. P., & Díaz, R. A. A. (2012). Cambios en el mundo económico actual a partir de la lógica difusa. *InfoCiencia*, 16(3), 1-12.

- Redes Neuronales Artificiales: detección de fraudes en tarjetas de crédito, la concesión de préstamos, el reconocimiento óptico de caracteres en letras de cambio, recibos y documentos, en estudios de evaluación del comportamiento de las acciones de las empresas en el mercado de valores, en la calificación y la emisión de bonos u obligaciones, en la obtención de una cartera óptima de acciones, en la colocación de activos en los mercados financieros, en los estudios sobre la predicción de quiebras, en la búsqueda de niveles de tesorería óptimos en las empresas, al igual que los niveles óptimos de inventarios, producción y carteras. López, L. M. P., Marín, J. P., & Díaz, R. A. A. (2012). Cambios en el mundo económico actual a partir de la lógica difusa. *InfoCiencia*, 16(3), 1-12.
- Los Algoritmos Genéticos en el campo de las Ciencias Económicas se aplican fundamentalmente: en la predicción de la bancarrota de una empresa, en la evaluación y predicción de la capacidad financiera de una empresa para absorber un préstamo y con el fin de decidir el otorgamiento del mismo, en la inferencia de reglas que indiquen las mejores decisiones sobre la asignación de recursos con

base en información histórica de varios años, en la investigación de operaciones para resolver problemas de optimización numérica y combinatoria con bastante éxito. López, L. M. P., Marín, J. P., & Díaz, R. A. A. (2012). Cambios en el mundo económico actual a partir de la lógica difusa. *InfoCiencia*, 16(3), 1-12.

- La Lógica Fuzzy: es aconsejable para resolver procesos muy complejos, es decir, cuando se carece de un modelo matemático simple o para procesos altamente no lineales, o si el procesamiento del conocimiento experto (lingüísticamente formulado) puede ser desempeñado.

Actualmente se usa esta lógica en el Japón y tiene gran aceptación en los Estados Unidos, y esto debido a que los presidentes de las grandes compañías la utilizan para reducir costos y requieren de menos reglas para su desarrollo y se mejora la calidad de los productos. (López, L. M. P., Marín, J. P., & Díaz, R. A. A. (2012). Cambios en el mundo económico actual a partir de la lógica difusa. *InfoCiencia*, 16(3), 1-12.)

Algunos empresarios, directivos y/o gerentes, toman decisiones organizacionales basadas en indicadores, informes contables y financieros arrojados por un sistema de información manipulado por personas en dichas áreas, lo que conlleva a aumentar el grado de incertidumbre y a desvirtuar la realidad económica de la organización, por lo que prima la importancia de incorporar sistemas que se basen en estas técnicas como la Lógica Fuzzy que les permiten dar soporte a procesos complejos, tomar decisiones eficientes, innovar y evolucionar en el mercado.

De forma tradicional se ha establecido que la estrategia de negocio debe girar en torno a la maximización de ganancias, utilidades y rentabilidad, pero los cambios abruptos de la nueva era

han generado una balanza entre este ideal y el posicionamiento, reconocimiento y competitividad de los entes económicos en el mercado, por lo que los empresarios han tenido que elegir, para ellos es preferible disminuir su estatus financiero, es decir, menor liquidez, flujo de caja e inversión, con tal de mantener su reconocimiento para satisfacer las necesidades de los demandantes y mostrarse como empresas competitivas.

Con referencia a lo anterior, la contabilidad por medio de los componentes que integran los Estados Financieros presenta la situación económica de las organizaciones, dejando analizar la interacción de los mismos con el entorno y las decisiones tomadas dentro de las mismas, clasificando gastos, costos, ingresos, pasivos y activos de corto y largo plazo y la inversión realizada por los socios, que factores externos como el estado (impuestos, leyes, normas), la sociedad (poder adquisitivo, gustos, necesidades, competidores), el medio ambiente (cambios de clima), por nombrar algunos, inciden directamente sobre las utilidades esperadas y obtenidas de ejercicios anterior, estos escenarios están llenos de incertidumbre en el crecimiento y desarrollo de las empresas, donde es necesario medir dicho impacto con herramientas sistemáticas no convencionales.

Lógica Fuzzy se plantea como complemento a los sistemas de información a nivel contable y financiero con el fin de que las empresas obtengan las ganancias proyectadas y el reconocimiento esperado, sin tener que estar obligados a escoger entre las dos.

Si bien, la creación de sistemas expertos están siendo utilizados para la toma de decisiones, es necesario combinar el empleo de la inteligencia artificial, la lógica matemática y la lógica difusa, porque los problemas de las empresas requieren ser abordados por estructura flexibles y dinámicas (Espín & Vanti, 2005). A partir de la

competencia y la apertura al exterior de las empresas, lleva a que las estrategias tienen que ser más complejas, no deterministas y no lineales. (Gaona F. & Morales J., s.f)

Por otra parte, la estructura organizacional, al igual que todo en la actualidad, ha evolucionado, así mismo la visión gerencial está enfocada en el buen nombre, la permanencia en el mercado y la forma de mantenerse en el mismo, lo que evidentemente necesita ser medido, controlado y monitoreado para así competir con éxito en el libre juego de oferta y demanda.

Los mandos altos, la gerencia y el departamento administrativo se enfrentan constantemente con diferentes situaciones que afectan directamente el funcionamiento de la empresa, la información que obtengan acerca de los costos y los gastos en que incurre la organización para realizar su actividad y que rige su comportamiento, es de vital importancia para la toma de decisiones de una manera rápida y eficaz, esto hace que en la actualidad la contabilidad de costos tome gran relevancia frente a las necesidades de los usuarios de la información.

El costo se define como el valor sacrificado para adquirir bienes o servicios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios. (Contabilidad de costos: conceptos, importancia y clasificación, (s.f.). Recuperado a partir de <http://www.gestiopolis.com/contabilidad-de-costos/>)

Muchos empresarios se preguntan ¿Cómo hacer empresas exitosas? o ¿Cómo hacer empresas competitivas?; la respuesta a estos interrogantes radica en el Capital Humano que las conforma y los procesos de medición aplicados al desempeño laboral.

Es necesario recalcar que ningún ente económico hasta el momento ha funcionado sin personal que esté capacitado y con sentido de pertenencia en el cumplimiento de las políticas y objetivos trazados por la dirección en pro del éxito empresarial.

Por lo anterior, es un papel fundamental el que poseen los seres humanos en el desarrollo diario de actividades, cumpliendo las metas propuestas para el progreso y crecimiento del ente económico, lo que conlleva a un desafío continuo para optimizar las cualidades y fortalezas del Capital Humano, que tendrán un impacto positivo dentro de las organizaciones en la constante evolución de posicionamiento, pues al mejorar las especialidades de los integrantes de los entes económicos se reducirán los costos y gastos de los productos y servicios demandados.

Ahora bien, el ser humano dispone de un alto nivel de complejidad, lo que le ha permitido evolucionar y mejorar el ambiente que lo rodea, este es el factor de mayor incidencia en la rotación de personal por lo que la carga de subjetividad e incertidumbre a la hora de medir su desempeño dentro de una organización se hace complejo.

Como medida de incentivo y motivación para los trabajadores, los administradores utilizan diversas estrategias para llevar a cabo dichas estimulaciones, principalmente aportes en dinero, con el fin de aumentar el nivel de producción y disminuir el tiempo de ocio que genera improductividad pero, al emplear esta remuneración como único aliciente, el cansancio de los empleados aumenta reduciendo la producción, tal como se presenta en la siguiente gráfica.

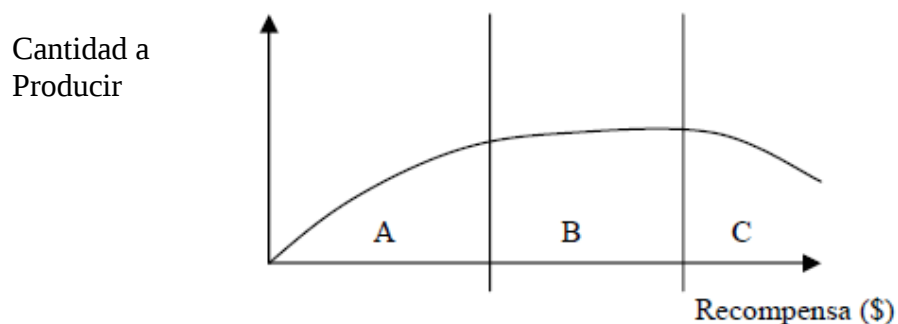


Figura 12. Agotamiento del dinero como estímulo. Adaptado. Tomado de “Propuesta de un modelo de cuantificación del rendimiento laboral mediante Lógica Fuzzy”. Adaptado de Delgado & Cofré., s.f.

La zona “A” muestra el incremento en la productividad asociado a los incrementos en las recompensas, la zona “B” exhibe incrementos marginales positivos pequeños de productividad ante las variaciones positivas de recompensas, la zona “C” muestra los incrementos marginales negativos de productividad a pesar de continuar aumentando las recompensas. Propuesta de un modelo de cuantificación del rendimiento laboral mediante Lógica Fuzzy.

De aquí que, se retoma la idea de evaluar la actuación laboral de los empleados:

Cuando se aborda la medición de los factores relevantes en un individuo, se observan dos características fundamentales: la aparición de un factor en un individuo es, no brusca, y por otro lado el valor de cada uno de los factores elementales identificados tiene una cuantía incierta, ya que los valores que adoptan no tienen causales concretas conocidas, algo propio si se trata de conductas parametrizadas de comportamientos humanos.

Estas dos características nos sugieren: la necesidad de formular estas valoraciones empleando la Lógica Difusa. (Delgado & Cofré., s.f.)

Partiendo de lo anterior se reafirma la relevancia del capital humano y la actuación que tiene en el desarrollo del objeto social de las organizaciones, adicionalmente los impactos que generan en la productividad de las mismas.

Encontramos que el sistema de costeo basado en actividades o también llamado ABC, se convierte en una herramienta fundamental en la toma de decisiones de las organizaciones, especialmente en aquellas prestadoras de servicios; pues permite asignar con precisión los costos que se generan en el desarrollo del objeto social.

De ahí, si el sistema de costeo es asociado con la Lógica Fuzzy, se eliminan los efectos que causan incertidumbre en las variaciones económicas del medio y la subjetividad por la forma del manejo de los costos que realiza la persona encargada del área.

Por lo anterior, la Lógica Fuzzy complementa el sistema de costeo en las organizaciones como herramienta de tomar decisiones con mayor certeza en la inclusión de nuevas y mejores alternativas de producción, cambiando procesos o equipos que no generen rentabilidad, abriendo camino a tecnologías y retos que plantea la globalización.

Los métodos basados en Lógica Fuzzy en las técnicas de costos indirectos abordan de forma más precisa estos costos que son difíciles de cuantificar y necesitan de un especial cuidado para que la información recopilada sea veraz y concisa a causa de que revelará el estado en que se encuentra la empresa y se podrá determinar si su objetivo es viable o no, si puede permanecer en el mercado o necesita replantear el esquema de trabajo.

Teniendo en cuenta que los factores y circunstancias que inciden en las diferentes actividades que se desarrollan en las organizaciones y su impacto económico, se debe analizar detenidamente las actuaciones de cada integrante de la organización, su compromiso y la información que provee en dicho desarrollo.

De acuerdo a lo expuesto por María Camila Rojas Cano:

Es de observar que el sujeto es de importancia para esta lógica, por cuanto es el que piensa y toma decisiones en un mundo lleno incertidumbre, existiendo diversidad de opiniones y maneras diferentes de observar o vivir situaciones, por lo que hay grados de verdad al haber tanto incertidumbre como subjetividad. La lógica difusa va a permitir que las nuevas generaciones adquieran una forma diferente de ver las situaciones para facilitar la comprensión de la realidad, ya que “provee una herramienta para preservar el concepto de vaguedad en vez de eliminarlo mediante la imposición arbitraria de sentencias ciertas o falsas provenientes de la lógica bivalente”. (Rojas Cano Maria Camila (2014). Sistema de costeo basado en actividades y lógica difusa).

Es de gran importancia crear e implementar sistemas de costeos confiables los cuales se complementen con métodos basados en Lógica Fuzzy, como fue presentado por María Camila Rojas Cano, Costos ABC basados en números triangulares borrosos, para que la precisión en la información suministrada de una organización sea veraz, abordando por completo todos los costos generados, evaluando cada actividad y brindando soluciones acertadas a los posibles desaciertos que se presentan en el trasegar de una empresa.

Para los administradores de los entes económicos un referente relevante para la medición de su gestión realizada es la rotación de inventarios; mientras menor sea el tiempo que permanezcan en stock o almacén, menor será la inversión de trabajo en los inventarios, cuando los inventarios rotan en tiempos mayores a un mes requerirá de más recursos en comparación con las empresas que venden sus inventarios en una o dos semanas.

Por lo tanto, para acelerar y optimizar la rotación de inventarios es fundamental satisfacer las necesidades de los clientes de forma integral, cumplimiento en entrega de pedidos, cantidades

solicitadas completas, calidad del producto o servicio y bajos costos, así que se hace necesario crear un modelo de gestión de stocks que permita evaluar si la empresa está en la capacidad de afrontar estos retos, al igual que la incertidumbre que proviene por las fluctuaciones en la demanda, adquisición de materias primas y mantenimiento de almacén.

Los cambios que a diario impone la sociedad, por los avances tecnológicos, creencias, diversidad cultural, ideologías políticas y la calidad de vida de las personas, hacen que se renueven los métodos tradicionales de gestión empresarial debido a que son insipientes a la hora de tomar decisiones y ocasionan el colapso de una organización por no tener una información veraz sobre su estado ya que se supondrían los datos, mas no serían cercanos a la realidad.

Mantener toda la información por medio del sinceramiento de datos, rediseñando los modelos, métodos y técnicas usuales de apoyo para la toma de decisiones mediante el uso de números que cuantifiquen y reflejen adecuadamente la incertidumbre, es decir, con números y subconjuntos borrosos.

La gestión de inventarios constituye una tarea esencial en el comportamiento económico de las empresas. Con ella, se pretende satisfacer las necesidades de los clientes, o del proceso productivo incurriendo en los mínimos costos posibles. El diseño tradicional del problema se restringe a una serie de supuestos simplistas, que no suelen cumplirse en la práctica. (Mallo P. y Otros, s.f.)

La aplicación de la Lógica Fuzzy en el sistema de control de inventarios permite dar una mirada más profunda a los gastos generados por tener o no disponibilidad de mercancía y los costos asociados por ruptura que repercuten en el cliente, los costos de mantenimiento por

cantidad de producto almacenado y los costos por adquisiciones que derivan en el valor de las mismas por estar asociadas a la cantidad que se puede tener; de esta forma se brinda de manera más completa la información necesaria para tomar decisiones que permitan mantener un equilibrio entre el cliente y la empresa, brindar un mejor servicio y ser competitivos, afrontando todo lo relacionado con la incertidumbre que rodea el manejo de stocks sin redundar en cantidades y permanecer vigentes en el mercado.

Los sistemas de costeo se aplican en los diferentes sectores de la economía, por ejemplo: la agricultura, desde tiempos inmemoriales, ha sido la fuente principal de economía en la sociedad; con el paso del tiempo ha sufrido grandes cambios en sus modelos y formas de producción afrontando los retos tecnológicos, el crecimiento poblacional y en gran medida el cambio climático que de forma significativa ha afectado los modelos de producción.

El hombre, en su afán de mantener este tipo de empresas, ha creado y modificado los elementos necesarios para este proceso, como lo son los productos agroquímicos, semillas, herramientas y lugares, ocasionando un impacto irreparable al medio ambiente y a los habitantes del planeta, con lo cual, hoy en día solo le queda la opción de producción agropecuaria limpia con el fin de minimizar el impacto generado en el entorno.

Por lo anterior, al aplicar la toma de datos para auditar los costos de producción en una empresa agrícola, se hace necesario la utilización de la Lógica Fuzzy, puesto que existe un grado alto de incertidumbre por la fluctuación en el cambio climático que afecta el resultado de un cultivo, la variación de precios en insumos, la cantidad de mano de obra y la demanda del producto, si se opera con la forma tradicional los datos obtenidos no serán suficientes para tomar decisiones que ayuden a mejorar el esquema de producción. “La lógica difusa ha dado muestras de su gran capacidad de modelamiento y de enriquecimiento, además de “rescatar”

particularidades en cada entorno de investigación y aplicación, en donde los sistemas cartesianos tradicionales quedan limitados”. (Rodríguez Molina Manuel (2009). “Lógica Difusa como herramienta para interpretar datos de producción limpia en el sector agrícola. IDESIA Vol. 27, N° 3, Septiembre – Diciembre, pp 101-105).

De manera conjunta con el análisis de costos, también podemos categorizar a estas empresas en su aporte al cambio de los modelos de producción y categorizarlas según el impacto que generan en el medio ambiente, evaluando el modelo de producción limpia, se define también si son eficientes, la calidad de sus productos y su permanencia en el mercado pudiendo visualizar un crecimiento significativo de estas organizaciones para conquistar mercados internacionales y consolidarse como generadoras de cambio en la sociedad.

Las situaciones existentes en el medio que rodea las actividades que se realizan en las organizaciones para generar productos que van a satisfacer las necesidades de quien los adquiere, están ligadas con la valoración de los costos en los procesos y estos a su vez con las cantidades que se generan.

Por tal razón, a medida que haya producción se hace necesaria la creación de sistemas que faciliten la cuantificación de los costos asociados al proceso, su disminución, que sean fáciles de obtener, minimizando el grado de incertidumbre para crear un punto de equilibrio entre las cantidades producidas y el costo que se deriva de estas, además con esto brinda una información oportuna y confiable para la toma de decisiones.

En el caso particular del punto de equilibrio, para determinar la cantidad mínima a producir y vender, a partir de la cual siempre se obtienen beneficios, la incertidumbre puede generarse al definir cualquiera de los componentes del proceso productivo (costos fijos o variables) y, sobre todo, en la determinación del precio de venta de sus artículos.

Por lo tanto desarrollaremos un modelo que permita al decididor, trabajando con los límites que considere convenientes para cada una de las variables, operar esa incertidumbre fijando un área de rentabilidad a través de la cuantificación de magnitudes inciertas mediante los intervalos de confianza. (Vergara & Gaviria, 2009)

La incertidumbre que se origina en los costos de las actividades que se generan en la empresa y que repercuten en el precio final del producto, es de fácil manejo mediante la aplicación de la Lógica Fuzzy, puesto que se obtiene mayor rentabilidad y competitividad por cuanto los intervalos de confianza permiten medir el estado del proceso, mejorarlo o eliminarlo; de igual forma al asociar similares comportamientos en las cadenas de producción se minimiza el trabajo y los costos de análisis contable.

La planificación es la base fundamental de toda empresa, su función principal es minimizar los costos de producción para que las organizaciones sean rentables y competitivas; por ende se ven inmersas en la incertidumbre que envuelve los factores como demanda, oferta, calidad, costos de producción y todo lo referente al desarrollo del objeto social de la misma; presentándose situaciones que requieren especial atención, con el propósito de prestar soluciones efectivas para responder adecuadamente ante a las necesidades y requerimientos de los clientes.

Ahora bien, para cumplir lo anteriormente expuesto se requiere utilizar herramientas que midan, de forma adecuada y precisa, la incertidumbre de los hechos económicos en el proceso de producción, con el fin de acercarse a la realidad financiera de las organizaciones.

En un proceso de planificación de la producción se determina paralelamente los niveles de producción, inventario y capacidad de una organización para un horizonte de planificación conocido con el fin de minimizar los costes totales generados por el plan de

producción. En un problema de planificación de la producción donde la incertidumbre de los parámetros juega un papel importante, el modelo que ayuda a la toma de decisiones debe diseñarse de forma que permita al usuario tomar la determinación adecuada y responder a los posibles imprevistos que aparezcan. (Mallo Paulino, Artola Maria Antonia, Galante Marcelo, Pascual Mariano, Morettini Mariano, Busetto Adrian, s.f.)

La aplicación de métodos de simulación permite que el proceso de planificación empresarial sea más preciso, cercano a la realidad y se minimicen los errores, de igual forma favorece la toma de decisiones y se fijan parámetros necesarios para alcanzar los objetivos propuestos, evitando que la demanda sea mayor o menor en cuanto a la producción, lo que conlleva a la pérdida de clientes.

Por otro lado, la aplicación de la Lógica Fuzzy en los procesos de planificación, al tratar los costos de forma más cercana a la realidad, permite tomar decisiones sobre la mano de obra necesaria para la producción evitando caer en sobrecostos, de igual forma permite tratar las fluctuaciones que se presenten en la demanda, y en forma paralela la cantidad de inventarios y producción necesarios, sin maximizar o minimizar las cantidades necesarias para atender los requerimientos de producción.

Por todo lo expuesto, se tendrían las herramientas necesarias para enfrentar las diferentes fluctuaciones, pudiendo determinar las medidas correctas en cada caso sin ver afectado el patrimonio de la empresa y haciéndola competitiva, generando procesos de confianza y conquistando los diferentes retos que emergen de la sociedad cambiante en la que se trabaja.

La variedad de sectores ofrece a los empresarios la oportunidad de escoger el área de desempeño de los mismos, creando empresas que suplan los requisitos establecidos por el

mercado, por lo que es ideal elaborar un estudio previo para tomar las decisiones apropiadas respecto a los factores incidentes en el desarrollo y crecimiento de estas.

Los cambios presentados con la globalización radican primordialmente en avances tecnológicos y las capacidades tecnológicas de Innovar, estos cambios perjudican a todos los entes económicos, pero expondremos el caso particular de las empresas productoras de software, su crecimiento e ingreso al mercado internacional.

El autor Jefferson Joao Aguirre Ramírez expone la metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de Innovar y su impacto en el desempeño de fábricas de Software basado en Lógica Fuzzy; dicho autor presenta las operaciones con Lógica Fuzzy partiendo de la explicación de los Conjuntos Difusos:

Operaciones entre Conjuntos Difusos

Zadeh propone tres operaciones básicas entre conjuntos concretos: Unión, Intersección y Complemento, se definen también para los conjuntos difusos, intentando mantener el significado de tales operaciones. La definición de estas operaciones se hace empleando el concepto de función de pertenencia de los conjuntos (Wang, Li-Xin (1994)).

- El conjunto complementario ($\bar{A}$) de un conjunto difuso A es aquel cuya función característica viene definida por:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- La unión de dos conjuntos difusos A y B es un conjunto difuso $A \cup B$ en U cuya función de pertenencia es:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- La intersección de dos conjuntos difusos A y B es un conjunto difuso $A \cap B$ en U con función característica:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Estas tres operaciones definidas para conjuntos difusos cumplen, al igual que en la teoría clásica de conjuntos, asociatividad, conmutatividad y distributividad, así como las leyes de Morgan. Sin embargo, también hay que destacar que existen dos leyes fundamentales de la teoría clásica de conjuntos, como son:

El Principio de contradicción: $A \cup \overline{A} = U$,

El principio de exclusión: $A \cap \overline{A} = \Phi$

que no se cumplen en la teoría de conjuntos difusos; de hecho, una de las formas para describir en qué se diferencia la teoría clásica de conjuntos de la teoría difusa es explicar que estas dos leyes en términos de LD no se cumplen. En consecuencia, algunas de las teorías derivadas de la teoría de conjuntos, como por ejemplo la de la probabilidad, será muy diferente planteada en términos difusos.

Unión: $A \cup B$ $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$
Intersección: $A \cap B$ $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$
Igualdad: $A = B$ $A = B \quad \text{sii} \quad \mu_A(x) = \mu_B(x) \quad \forall x$
Complemento: $\overline{A}$ $\mu_{\overline{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$
Pertenencia: $A \subseteq B$ $A \subseteq B \quad \text{sii} \quad \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad \forall x$

Figura 13. Operaciones de Conjuntos Difusos. Tomado de “metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software”. Adaptado de Jefferson Joao Aguirre Ramírez, 2010.

Es bien conocido que la teoría de conjuntos, el álgebra booleana y la lógica tradicional son isomorfas, bajo transformaciones adecuadas. Esto significa que tienen una estructura subyacente similar, y que por tanto las definiciones que se hagan en una cualquiera de las tres teorías se puede llevar a las otras dos, mediante transformaciones adecuadas.

La LD emplea matemáticamente operadores de unión como Y e intersección como O y realiza el mismo análisis matemático que en la lógica clásica (ver Figura 14.) representa gráficamente las diferencias de los operadores en lógica clásica y lógica difusa.

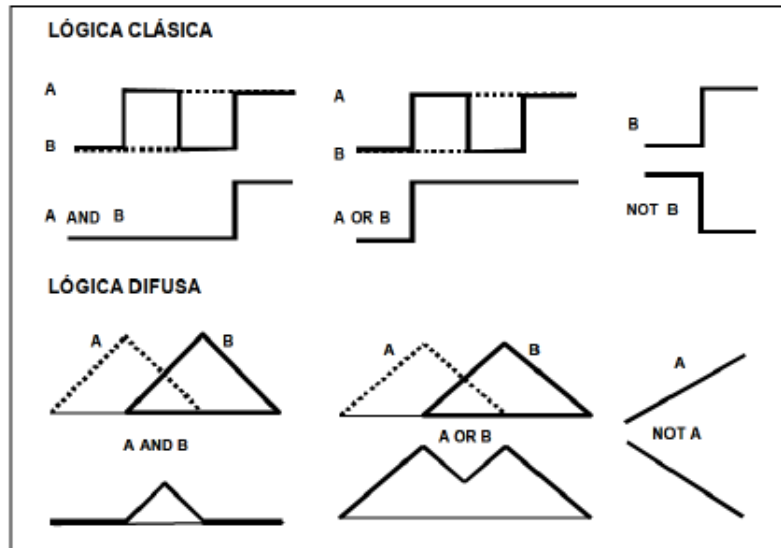


Figura 14. Operadores Y, O y No, según la Lógica Clásica y la Lógica Difusa. Tomado de “metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software”, Jefferson Joao Aguirre Ramírez, 2010.

En la Figura 15. se representan ejemplos de algunas posibilidades que se pueden obtener con los operadores Y u O. Incluso es posible realizar análisis entre tres variables para determinar el grado de relación y cómo influyen dos variables de entrada respecto a una de salida, las dos primeras gráficas de la Figura 15. son el mismo operador Y, vista desde diferentes ángulos, de igual forma sucede para las siguientes dos gráficas que representan otro ejemplo para el operador O desde dos visuales diferentes.

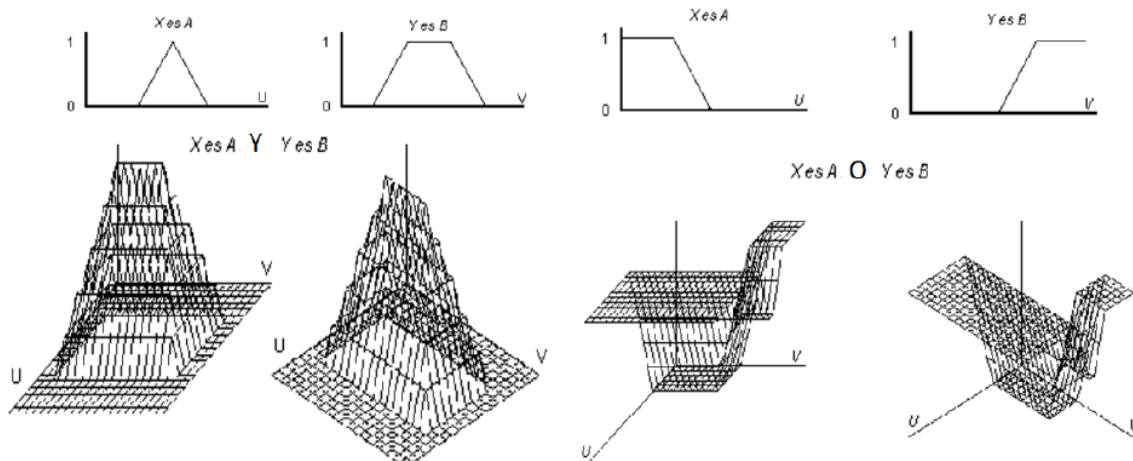


Figura 15. Ejemplos de Funciones Y y O en Lógica Difusa. Tomado de “metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software”. Adaptado de Jefferson Joao Aguirre Ramírez, 2010.

Tipos De Sistemas De Lógica Difusa

Los sistemas de lógica difusa tienen una estrecha relación con los conceptos difusos tales como conjuntos difusos, variables lingüísticas y demás. Entre los más populares sistemas de lógica difusa que reporta la literatura se encuentran los siguientes tipos: Sistemas difusos tipo Mamdani (con parametrización y concreción) o sistemas difusos tipo Takagi-Sugeno (Wang, Li-Xin (1994))

Sistemas Tipo Sugeno

Una alternativa de procesamiento en los sistemas difusos fue propuesta por Sugeno en los sistemas difusos que llevan su nombre. Este tipo de sistemas es recomendable para análisis provenientes de funciones o distribuciones con gran número de variables, que

cumplan una función o comportamiento determinado, por ejemplo: comportamiento de población o clúster, estudio de mercados, etc.

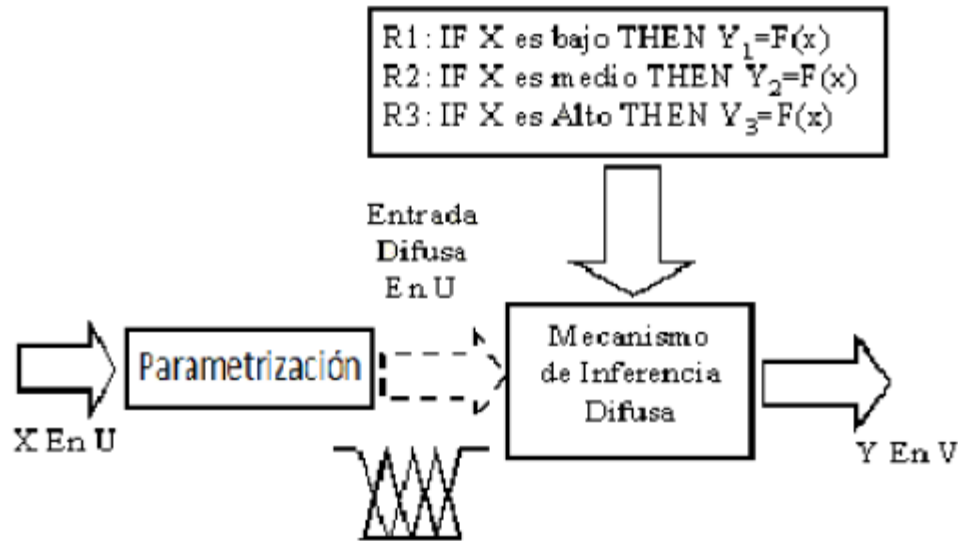


Figura 16. Sistema Difuso Sugeno, Procemamiento General (Zadeh 1965). Tomado de “metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software”. Adaptado de Jefferson Joao Aguirre Ramírez, 2010.

Sistema Tipo Mamdani

Los sistemas de inferencia difuso tipo Mamdani fueron los primeros sistemas en ser probados de manera práctica como aproximador universal de funciones, caracterizándose como el mejor tratamiento para variables de alta incertidumbre, así como las percepciones humanas e identificar eventos de falla. Posteriormente (Kosko, 1992, Klir 1995 y Wang L 1992) se estableció formalmente que cualquier relación entre variables de entrada y salida puede ser aproximada mediante un sistema difuso construido en términos lingüísticos con alto grado de exactitud (aproximador universal).

La forma como funciona el sistema tipo Mamdani es la siguiente: se definen las variables lingüísticas con sus respectivas etiquetas o valores lingüísticos; para cada etiqueta lingüística se define la función de pertenencia respectiva; si se cuenta solamente con dos variables lingüísticas X y Y , entonces para los valores de entrada ' x ' y ' y ' se buscan las funciones de pertenencia que los contienen, sobre las cuales se hace el producto y se aplica el criterio de tomar el mínimo en cada relación, valor que se identifica en los conjuntos difusos asociados con la conclusión del sistema de reglas. Finalmente se hace la agregación a partir de los máximos valores sobre estas funciones de pertenencia para obtener un área de salida (Concreción), ver Figura 17.

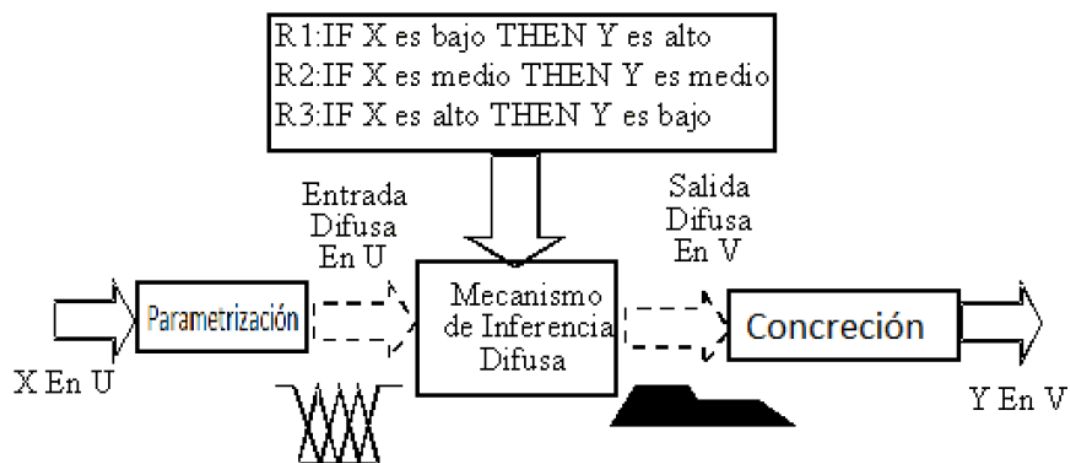


Figura 17. Sistema Difuso Mamdani, Procesamiento General. Tomado de “metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software”. Adaptado de Jefferson Joao Aguirre Ramírez, 2010.

En el sistema tipo Mamdani, utilizado en la solución del problema en consideración, se distinguen las siguientes partes: Difusor, Mecanismo de Inferencia, Base de reglas difusas, Desdifusor, como se muestra en la Figura 18.

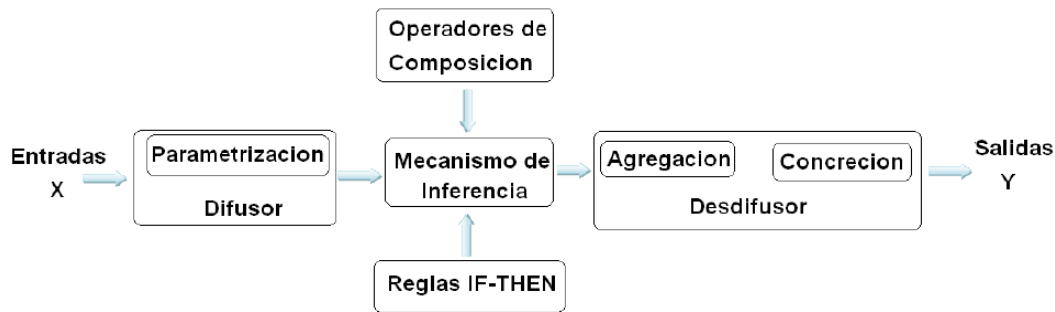


Figura 18. Taxonomía empleada de Lógica Difusa (Medina 2007). Tomado de “Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software”, Jefferson Joao Aguirre Ramírez, 2010.

Posteriormente Jefferson Joao Aguirre Ramírez presenta la aplicación de la Lógica Fuzzy:

Hoy en día es empleada en sistemas expertos, control, predicción, diagnóstico de enfermedades y toma de decisiones financieras, reconocimiento de caracteres en videoconsolas, estabilidad y autoenfoco de imágenes en cámaras de video, Sistemas de control no lineales, frenos AB, Seguridad de reactores nucleares, Sistemas expertos de diagnosis médica, Control de robots, Reconocimiento de voz, Inyección electrónica de combustible, Optimización de funcionamiento en lavadoras, Evaluación capital intelectual, Análisis de riesgo en inversiones. Cabe destacar la gran implantación en electrodomésticos, donde las lavadoras difusas y aires acondicionados presentan una mayor sencillez de mando y un rendimiento energético óptimo. Otros campos (Karsak y Kuzgunkaya 2002; Azadeh et al. 2006; Michela A, (2009). (Aguirre Ramírez, Jefferson

Joao. 2010. Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software. Tesis de grado obtenido en línea de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1883/1/80731095.2010.pdf>)

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, Jefferson Joao Aguirre Ramírez presenta en su artículo “Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa caso fábricas de software” que los modelos matemáticos tradicionales y estadísticos no satisfacen la necesidad de medir factores cualitativos que se originan en las capacidades tecnologías de innovación, viendo en la Lógica Fuzzy de tipo Mamdani y los números borrosos triangulares la opción para medir estas capacidades.

Esta herramienta proporciona diversos tipos de simulaciones, dependiendo de los modelos lingüísticos de entrada, los mecanismos de inferencia y bases de conocimiento donde permite establecer variables que componen los conjuntos difusos, crear reglas difusas y además proporciona un conjunto de métodos de Parametrización y Concreción, donde permite implementar los diferentes elementos de un sistema difuso discutidos. (Aguirre Ramírez, Jefferson Joao. 2010. Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software. Tesis de grado obtenido en línea de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1883/1/80731095.2010.pdf>)

2.2.3 Proveedores

Uno de los principales elementos en la empresa son los proveedores, si se cuenta con un proceso adecuado para seleccionar el proveedor correcto la administración tendrá la tranquilidad de que estará adquiriendo un bien o servicio que le permitirá entregar un producto final de alta calidad. Son varios los factores que inciden en el momento de escoger el proveedor o proveedores, como el precio, servicio, garantía, condiciones de pago, etc. y otros factores que recaen en la persona o personas que tomarán la decisión dentro de la organización, desde su estado emocional y cualquier factor que incida en su conducta o estado de ánimo. Por esto se hace necesario contar con una herramienta que permita involucrar todos estos factores y criterios que afectan la decisión, así como lo plantean los autores Herrera y Osorio en su artículo Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso.

La selección de proveedores puede verse como una toma de decisión multicriterio, en la cual para tomar una decisión se necesitan herramientas que provean una mejor visualización de los factores que influyen en la decisión, así como de las preferencias existentes. La evaluación de desempeño del proveedor debe ser un proceso flexible, que permita evaluar las diferentes características de calidad y oportunidad de un producto o servicio prestado y la gestión de un proveedor.

Herrera & Osorio, (2006). Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso. Estudios Gerenciales. Vol.22 No.99, Cali Abr.-Jun 2006.

Razón por la cual los autores proponen la utilización de la teoría Análisis Jerárquico de Procesos Difuso, así como es planteado en el artículo citado:

Para tratar con la imprecisión o subjetividad del juicio humano y con los múltiples criterios, existe una teoría llamada Análisis Jerárquico de Procesos Difuso, la cual es una combinación del Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) con lógica difusa (Fuzzy Logic). Para la toma de decisiones, los juicios emitidos por los agentes decisores con respecto a las alternativas y criterios, pueden ser convertidos en números difusos¹ para calcular la importancia de los pesos usando el AHP; estos números son usados para construir la matriz de comparación por pares del AHP.[10] En el AHP convencional, la comparación por pares es hecha usando una escala de nueve puntos, la cual representa los juicios o preferencias de quienes toman decisiones entre diferentes opciones. Aunque esta escala discreta de uno a nueve, es simple y fácil de usar, no tiene en cuenta la incertidumbre asociada a los juicios humanos. Los términos lingüísticos que las personas usan para expresar sus sentimientos o juicios, son vagos, subjetivos, es por esto que se combina el AHP con la lógica difusa para representar los juicios lingüísticos, y se utiliza la teoría de los conjuntos difusos para trabajar con la ambigüedad en un sistema. En la Tabla 1 se presentan tanto la escala definida por Saaty,[11] como la escala difusa propuesta. Aplicando AHP fuzzy, se puede obtener la importancia de los criterios de calificación y por ende la mejor alternativa. Los pasos necesarios para la implementación de la metodología son los siguientes:[10]

Paso 1: Desarrollo de la estructura jerárquica para los criterios y alternativas: Para aplicar AHP, los criterios de evaluación y las alternativas deben ser estructurados en diferentes niveles de jerarquía. Para esto se debe construir un esquema de árbol que resume las interrelaciones entre los componentes del problema que se quiere resolver. En

la parte superior del esquema debe figurar siempre el objetivo principal o meta, en los niveles inferiores deben figurar el conjunto de criterios o subcriterios y en la base del árbol deberán figurar las alternativas, tal como se aprecia en la Figura 19. No existe restricción respecto a la cantidad de niveles ni al número de elementos de cada nivel.

Paso 2: Representación difusa de los juicios, en una comparación por pares para criterios de evaluación y alternativas:

Escala Saaty	Escala Difusa	Representación	Escala Verbal	Interpretación
1	(1,1,2)	M1	Igual importancia de ambos elementos	Los dos elementos contribuyen de igual forma al objetivo.
3	(2,3,4)	M3	Moderada importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen levemente a un elemento sobre el otro.
5	(4,5,6)	M5	Fuerte importancia de un elemento sobre el otro.	Uno de los elementos es fuertemente favorecido
7	(6,7,8)	M7	Muy fuerte importancia de un elemento sobre el otro.	Uno de los elementos es fuertemente dominante
9	(8,9,9)	M9	Extrema importancia de un elemento sobre el otro.	La evidencia que favorece a uno de los elementos es del mayor orden de afirmación.
2,4,6,8	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9)	M2,M4,M6,M8	Valores intermedios	Usados para juicios intermedios

Fuente: [10], [11]

Figura 19. Escalas de comparación. Tomado de “Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso”, María Fernanda Herrera Umaña, Juan Carlos Osorio Gómez, 2006.

Una vez se construye la jerarquía, se debe hacer la conversión de la escala de Saaty en una escala de números triangulares difusos, de acuerdo con la Tabla 1. Los números triangulares M1, M3, M5, M7 y M9 son usados para representar los juicios desde igual hasta extremadamente preferido o importante, y M2, M4, M6 y M8 representan los valores intermedios. La Figura 19. muestra el número triangular $M_t = (l_t, m_t, u_t)$ donde $t = 1, 2 \dots 9$ y donde m_t es el valor medio del número difuso; y l_t y u_t son el valor más bajo y más alto, respectivamente. δ es usado para representar un grado difuso del juicio donde: $u_t - m_t = m_t - l_t = \delta$. Un mayor valor de δ implica un mayor grado difuso del juicio. Cuando $\delta=0$, el juicio no es un número difuso. Este valor por lo regular debe ser mayor o igual a $1/2$. Para la representación de la escala difusa de este artículo el valor de δ es igual a uno por efectos prácticos de la presentación.

Paso 3: Construcción de las matrices de juicio difuso para el AHP: Con base en la jerarquía construida en el paso uno y a la escala difusa del paso dos se procede a la construcción de las matrices de juicio. La jerarquía de criterios y alternativas es el objeto de comparación por pares para el AHP. Después de construir la jerarquía, el equipo encargado de tomar la decisión tiene que comparar los elementos en niveles dados para estimar sus importancias relativas en relación con el elemento del nivel superior. Para ello, el equipo usa los números triangulares de (M1 – M9) para expresar sus preferencias entre los diferentes criterios con respecto a la meta. Por ejemplo, si se piensa que el elemento i es fuertemente preferido al elemento j con respecto a la meta, entonces se establece una calificación $a_{ij} = (4,5,6)$; la comparación del elemento j con respecto al elemento i debe ser inversa para que el juicio sea consistente y se debe expresar $a_{ji} =$

(1/6,1/5,1/4). De estas calificaciones se obtiene la primera matriz de comparación por pares entre los criterios con respecto a la meta, tal como se ilustra en la Figura 19.

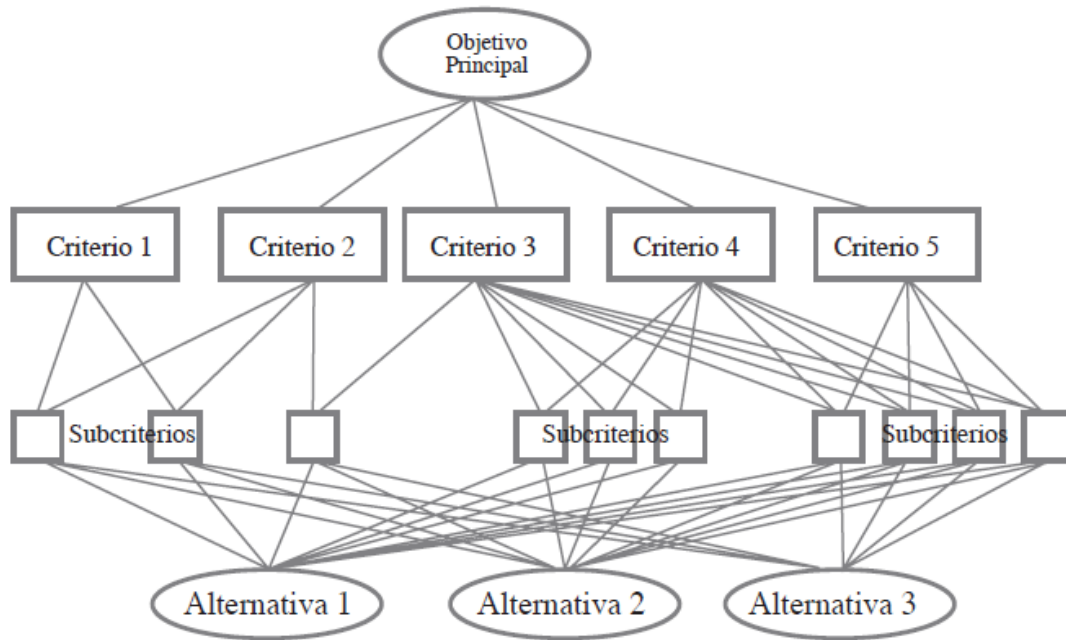


Figura 20. Estructura jerárquica del problema. Tomado de “Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso”, María Fernanda Herrera Umaña, Juan Carlos Osorio Gómez, 2006.

Además de esta matriz se deben construir matrices de comparación por pares para cada uno de los niveles de la jerarquía de árbol, es decir, matrices de comparación entre los subcriterios con respecto a cada uno de los criterios y entre las alternativas con respecto a los subcriterios. Pero la dinámica para la construcción es la misma mencionada.

Meta	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	$a_{11} = (1,1,1)$	$a_{12} = (\text{comparación entre el criterio 1 y 2})$	$a_{13} = (\text{comparación entre el 1 y 3})$	$a_{14} = (\text{comparación entre el criterio 1 y 4})$
Criterio 2	$a_{21} = \text{Inverso de } a_{12}$	$a_{22} = (1,1,1)$	$a_{23} = (\text{comparación entre el 2 y 3})$	$a_{24} = (\text{comparación entre el criterio 2 y 4})$
Criterio 3	$a_{31} = \text{Inverso de } a_{13}$	$a_{32} = \text{Inverso de } a_{23}$	$a_{33} = (1,1,1)$	$a_{34} = (\text{comparación entre el criterio 3 y 4})$
Criterio 4	$a_{41} = \text{Inverso de } a_{14}$	$a_{42} = \text{Inverso de } a_{24}$	$a_{43} = \text{Inverso de } a_{34}$	$a_{44} = (1,1,1)$

Fuente: [10]

- Un valor difuso no asume valores de pertenencia absolutos (0, 1), sino que considera un valor X entre 0 y 1 denominado función de pertenencia $\mu_M(x)$, que significa que la situación puede tomar cualquier valor del intervalo cerrado [0,1]. En la lógica difusa no se habla solamente de blanco o negro, existen valores entre estos dos.

Figura 21. Matriz de nivel uno de jerarquía. Tomado de “Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso”, María Fernanda Herrera Umaña, Juan Carlos Osorio Gómez, 2006.

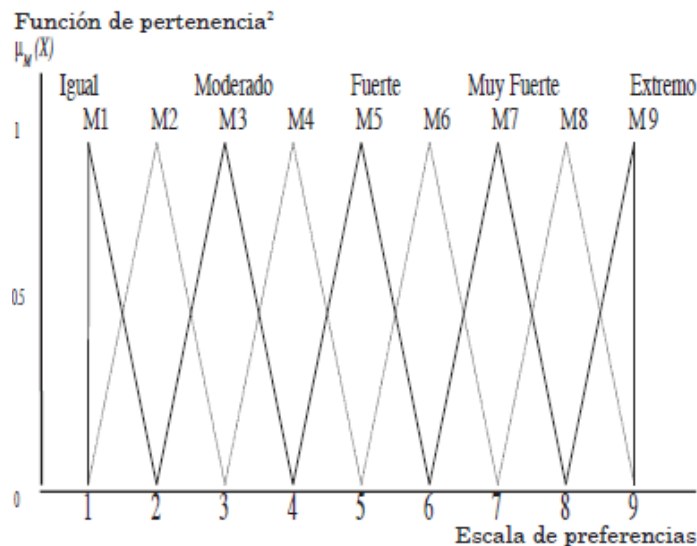


Figura 22. Representación de números triangulares difusos. Tomado de “Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso”, María Fernanda Herrera Umaña, Juan Carlos Osorio Gómez, 2006.

Paso 4: Operaciones matemáticas: Una vez se construyen las matrices de comparación por pares, se deben hacer los cálculos pertinentes para el desarrollo de la metodología, los cuales son: el cálculo del índice de consistencia y el cálculo de los vectores de peso para cada nivel de la jerarquía mediante el análisis extendido y los principios de comparación de números difusos. Kwong [13] realiza el desarrollo matemático que permite alcanzar estos resultados. (Herrera & Osorio, (2006). Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso. Estudios Gerenciales. Vol.22 No.99, Cali Abr.-Jun 2006).

La utilización de esta herramienta multicriterio y la Lógica Difusa permiten una toma de decisión más acertada de manera que se disminuye la subjetividad de los factores que la afectan, es así como se podrá seleccionar uno o más proveedores que proporcionen mejores beneficios a la organización, adicionalmente el uso de estas herramientas posibilita evaluar el proceso

completo de manera que se obtenga un mejor resultado tanto para la empresa como para el proveedor.

De manera similar sucede con la selección del recurso humano en las empresas, el personal o la persona encargada de realizar el proceso para determinar qué persona es la adecuada para ocupar una vacante, se ve sujeta a tener en cuenta una gran cantidad de información que no es fácil de asimilar para el encargado del proceso; si se toma una decisión inadecuada se verá reflejado en la competitividad e imagen de la empresa, así como es planteado por el Kaufmann:

Una elección adecuada genera costos que se espera queden compensados por una mayor eficiencia del personal incorporado, porque son más aptos para realizar las actividades por las que han sido contratados. Por el contrario, una mala selección implicará: costos por el propio proceso de selección de personal, el costo que es producto de las ineficiencias existentes durante el tiempo que ha estado trabajando sin los resultados esperados y el costo correspondiente al despido. Resulta evidente la necesidad de realizar un proceso de selección de personal que permita reducir al mínimo las posibilidades de error (Kaufmann et al., 1986) (Herrera López Francisco,(2013). Método de selección de personal de competencias basado en Lógica Difusa).

En el momento de evaluar información cualitativa se presenta un nivel de incertidumbre por lo cual no resulta acertado aplicar solamente métodos que involucren las matemáticas tradicionales; la Lógica Borrosa a través de los subconjuntos borrosos permite asignar valores a

la subjetividad de manera que se pueda reducir la incertidumbre, así como lo plantea Francisco Herrera L. en su artículo:

Al aplicar este tipo de lógica que supone el uso de la teoría de Subconjuntos difusos, es posible asignar valores cuantitativos a información que en un principio se supone “subjetiva” con el fin de otorgar objetividad al proceso y reducir el nivel de incertidumbre. Para ello se aplican parámetros difusos y se evalúan datos mediante etiquetas lingüísticas que asocian “grados” de pertenencia comprensibles para las personas que, por estar diseñadas de modo semejante al lenguaje natural, permite un tratamiento más “humano” que la lógica la teoría de conjuntos clásica. (Herrera López Francisco,(2013). Método de selección de personal de competencias basado en Lógica Difusa).

Mediante la Lógica Difusa se puede lograr que el proceso de selección de personal sea más objetivo, la minimización de la incertidumbre a través de los conjuntos borrosos hace que la toma de decisiones sea más acertada, de esta manera la organización tiene la certeza de que el personal a contratar es el indicado para ocupar el puesto, dándole tranquilidad en que contará con personal competitivo, productivo e idóneo para el alcance de sus objetivos, llevándola a ser más competitiva y lograr un mejor posicionamiento en el mercado.

2.2.4 *Lógica Fuzzy en Propiedad Planta y Equipo*

Para el ejercicio ordinario de todo ente económico es elemental adquirir la propiedad, planta y equipo o también llamados activos fijos, que serán usados en el funcionamiento de la empresa y por tanto son de propiedad de la misma, los cuales se clasifican en tangibles, intangibles e inversiones.

Actualmente con la inclusión de las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC), los administradores han retomado la importancia que los activos fijos poseen dentro de las organizaciones.

NIC 16 (Norma Internacional de Contabilidad), las propiedades, plantas y equipos son activos de la empresa, para usarlos en la producción de bienes y servicios, los cuales pueden ser arrendados a terceros y de los cuales se espera una duración de más de un periodo contable. Es por ello que los activos fijos tienen una importancia en los negocios, pues si se posee la información correcta de los mismos, se puede conocer el pasado, vigilar el presente y programar el futuro de las inversiones del negocio, tanto a corto como a largo plazo. Para una adecuada gestión de los activos de una compañía, es necesario identificar y contar con la información precisa de los bienes que lo componen, disponiendo de sus principales datos, por ejemplo, código (incluso a nivel del número de parte/componente) descripción, estado, ubicación física, valor, vida útil, depreciación, valor de salvamento, entre otros. (Mónica Aguiar (s.f.) La importancia de una adecuada gestión de Activos Fijos en su negocio. Ey. Recuperado de [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Adecuada_gestion_Activos_Fijos/\\$FILE/Adecuada_gestion_activos_fijos.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Adecuada_gestion_Activos_Fijos/$FILE/Adecuada_gestion_activos_fijos.pdf))

Dentro de la información necesaria que las empresas deben comprender sobre los activos fijos tangibles que poseen las organizaciones está la vida útil de estos últimos; así que, conocer la vida útil de una edificación patrimonial es de vital importancia para quien construye, sin importar el tipo de entidad que ejecuta el proyecto (pública o privada), permite tomar decisiones más acertadas logrando una mejor planificación y administración de los recursos, dado que las edificaciones están expuestas a riesgos y factores de degradación; por lo anterior es importante que las empresas cuenten con un modelo que involucre las diferentes variables, riesgos, vulnerabilidades y la interacción que puede existir entre estos, así como lo plantea el autor Macías Bernal:

La necesidad de plantearnos el diseñar un modelo de predicción de la vida útil de un edificio, nos surge cuando analizamos un número elevado de bienes inmuebles, y que no están estudiados de forma conjunta. No es posible actuar simultáneamente en todos, ya que generalmente contamos con recursos limitados y, por tanto, debemos asignarlos de forma eficiente. Sabemos, que si realizamos una fotografía fija del estado de aptitud de una serie de edificios, comprobaríamos como en el futuro, cada uno de ellos habrá evolucionado de forma diferente. Todo esto se debe a la diversidad de factores de degradación a los que están sometidos los edificios, y la intensidad con que cada uno puede afectarle. (Bernal y Otros, (2004). Modelo de predicción de la vida útil de la edificación patrimonial a partir de la lógica difusa. Informes de la Construcción, Vol. 66, 533, e006, enero-marzo 2014).

Los modelos existentes no toman en cuenta todos los factores externos e internos a los cuales

están expuestas las edificaciones patrimoniales visto que cuentan con características arquitectónicas diferentes que las destacan, se han desarrollado para evaluar solo partes de las edificaciones dejando a un lado la incertidumbre que se puede presentar a través del tiempo, razón por la cual la Lógica Fuzzy es la herramienta adecuada para establecer un modelo que involucre todas las variables existentes y evalúe la interacción que existe entre ellas.

El sector inmobiliario en Colombia es uno de los pilares que sostiene la economía del país, ha tenido un gran crecimiento en los últimos años haciendo más competitiva la oferta; de igual manera los clientes cada vez buscan un sitio que satisfaga sus necesidades, no solo buscan precio, espacio y ubicación, las expectativas trascienden a un sinnúmero de expectativas que el comprador desea satisfacer. Por lo anterior, la parte comercial debe realizar una labor más ardua en el momento de escoger el inmueble o inmuebles que ofertará al comprador, surgiendo la duda de ¿Cuál o cuáles son los inmuebles correctos a ofertar según el perfil del comprador? ¿Cuál es el valor correcto a tasar un inmueble?, de acuerdo a esto surge la necesidad de contar con una herramienta que permita tasar el valor de los inmuebles y determinar cuál se adapta según el perfil de cada cliente, basados en lo que se plantea en el artículo “Valoración de inmuebles mediante técnicas de lógica difusa”:

Hasta el momento, el sector inmobiliario ha estado dominado por los sistemas de tasación puramente económicos, que si bien tienen éxito a la hora de estudiar y estimar el valor monetario y material de una propiedad o vivienda concreta y están muy extendidos en forma de organizaciones o sociedades especializadas, aplicaciones telemáticas o incluso procedimientos manuales como formularios, desde un punto de vista comercial, en la

actualidad, no resultan suficientes. (Agüero Carlos Fernando, Cuesta Ignacio y Moya Collados David, 2008); adicionalmente,

Los sistemas basados en lógica difusa pueden contener una gran diversidad de módulos de decisión, clasificadores difusos, controladores difusos... que pueden ser combinados con otros módulos o tecnologías no difusas con el objetivo de intercambiarse información enriqueciendo el proceso. En dicho proceso, las reglas empleadas pueden ser reforzadas mediante diferentes valores y pueden usar diferentes funciones de pertenencia, así como operadores, para relacionar los antecedentes y los consecuentes y obtener la conclusión global. Además, las reglas no son sólo obtenidas del conocimiento heurístico, sino también del procesamiento numérico de información (campo atrayente en la actualidad), y de la aplicación de simplificación. En general, el refinamiento de métodos para obtener reglas, así como procesos de mejora de éstas, figuran entre las prácticas habituales hoy en día. (Agüero Carlos Fernando, Cuesta Ignacio y Moya Collados David, 2008))

De esta manera las herramientas basadas en Lógica Fuzzy se pueden adaptar para complementar software existente permitiendo valorar y tener en cuenta variables, además cuentan con una interfaz de diseño, también permiten generar implementación en diferentes lenguajes de programación, proporcionando así una solución para el área comercial del sector inmobiliario.

Por otra parte, lograr una valoración conjunta entre comprador y vendedor acordando un precio comercial es una labor en la mayoría de los casos dispendiosa, cada parte plantea una propuesta creyendo estar en lo correcto desde su punto de vista, diferencias que se pueden presentar por el tipo de método que estén aplicando para calcular el valor, el cual cobra una gran

importancia cuando se trata de resolver disputas o inconvenientes legales, razón por la cual es necesario fijar un modelo que le permita a las partes establecer un avalúo conveniente para ambas. Como lo afirman Centeno y Serafín:

Los métodos disponibles no son necesariamente fáciles de entender y aplicar por todos los que se ven involucrados en este tipo de procedimiento, así mismo como afirman Zhou y colaboradores (1999) los métodos matemáticos tienden a reflejar un ambiente de decisión ideal donde los involucrados pueden considerar racionalmente todos los aspectos del problema, pensar sobre ellos, obtener información precisa al respecto (axiomas de la teoría clásica de conjuntos) y luego alcanzar el consenso. Otro inconveniente que enfrentan estos modelos, particularmente asociados a los ejercicios de evaluación, es la incorporación de las valoraciones subjetivas. Por lo general, en los métodos matemáticos estándar, cualquiera que ellos sean, se obvian las características cualitativas porque ellas se expresan con mayor facilidad de forma cualitativa, en vez de cuantitativamente, que es la forma afín con dichos modelos. (Centeno Raquel & Serafin Plasencia Manuel José. 2007. Modelo difuso de consenso entre valuadores para avalúo de bienes inmuebles usando el enfoque del mercado)

Debido al hecho de que la información proporcionada por los principios de razonamiento humano son a menudo vagos e imprecisos, el modelado de estos problemas requiere formas de representación y operadores de agregación adecuados para la información imprecisa, capaces también de reconocer, representar, manipular, interpretar y usar la incertidumbre correspondiente a estas situaciones, de allí que al proponer un sistema de

soporte de decisiones en grupo sea propicio que se empleen variables lingüísticas, a través de la lógica difusa como algoritmo de trabajo, para afrontar las imprecisiones propias de las decisiones subjetivas respecto a importancia y adecuación. Los modelos difusos no son realmente diferentes de otros más familiares, en ocasiones trabajan mejor y otras veces lo contrario. La forma en que efectivamente trabaje el modelo debe ser el único criterio utilizado para juzgarlo, y actualmente existe mucha evidencia de que tratar problemas reales a través de enfoques difusos es frecuentemente una buena alternativa respecto a esquemas más familiares. (Ross, 2004)

Por lo tanto se evidencia una vez más el aporte que la Lógica Fuzzy da en el desarrollo de herramientas que faciliten la labor comercial en diferentes sectores del mercado, en este caso el inmobiliario, permitiendo ofrecer una mejor alternativa que conlleve a la satisfacción del cliente, al tener en cuenta la incertidumbre que se presenta en estos tipos de decisiones, logra valorar y obtener opciones más acertadas, contribuyendo a una prestación de servicios con alta calidad y un alto nivel de posicionamiento de la empresa.

2.2.5 Lógica Fuzzy en Intangibles

Ahora estudiaremos los activos fijos intangibles para realizar un análisis dentro de los entes económicos y el método de valoración aplicado sobre los intangibles; partiendo de que un activo intangible es un activo identificable de carácter no monetario y sin apariencia física, es un conjunto de bienes inmateriales, representados en privilegios y derechos los cuales se pueden identificar como: marcas, patentes, nombres comerciales, concesiones y franquicias, derechos de autor, entre otros, los cuales solo eran tenidos en cuenta al momento de vender la empresa. Pero,

la Norma Internacional de Contabilidad NIC 38 habla de los activos intangibles, los cuales deben ser reconocidos siempre al costo mediante el método de punto de referencia o el de tratamiento alternativo permitido. Por ello es que se puede afirmar que el valor de las empresas en la actualidad está dado por el conjunto de sus activos tangibles e intangibles.

La problemática principal de los activos intangibles para las ciencias contables es la medición, es uno de los grandes retos existentes en la actualidad, debido a que existen métodos de medición que a continuación relacionamos:

Las formas más comunes de medición de los activos intangibles son:

- ♦ Balance Scorecard: El nombre refleja el balance entre objetivos de corto y largo plazo, entre medidas financieras y no financieras, entre indicadores de atraso y de liderazgo y entre perspectivas externas tales como las del cliente, e internas tales como las financieras, las de procesos internos de negocio y las de aprendizaje y crecimiento.
- ♦ VEA: (Valor Económico Agregado). Es un indicador de desempeño financiero que mide el valor económico creado para los accionistas por una empresa en un periodo determinado. Surge cuando la empresa genera ingresos superiores a sus costos de operación más el costo del capital utilizado (tanto propio como ajeno), determinando el valor agregado que recibirán los accionistas. Su utilización logra que los responsables de la administración y cada uno de los niveles de la empresa adquieran conciencia de las decisiones para crear y destruir valor, formando una cultura de creación de valor.

- ♦ VMA: (Valor de Mercado Agregado). Es un indicador de desempeño financiero que puede ser utilizado como herramienta administrativa para el mejoramiento de la compañía. Es igual al valor presente de todos los VEA futuros.
- ♦ SVA: (Análisis del Valor de Accionistas). Es un modelo económico para la evaluación estratégica y mide el impacto económico de cada estrategia sobre el valor del negocio. Esta medición combina el flujo de efectivo, el efectivo medido durante un periodo y el costo de capital (riesgo).
- ♦ Círculo aprendizaje-conocimiento-valor. Basándonos en que el conocimiento es el material fundamental de la construcción de una organización surge la necesidad de convertir este conocimiento en dinero haciendo *la liquidación del conocimiento*. Para poder medirlo es necesario traducirlo al lenguaje de Bits para que al compararlo con el valor pagado se obtenga el precio por Bit.
- ♦ APN: (Auditoria de Procesos de Negocio). Evalúa el retorno que una organización deriva a partir de sus procesos y el conocimiento inserto en ellos, evaluando objetivamente los procesos de manera simultánea al Ongoing (en marcha). (Capcha Carbajal Jesús, Epistemología y valoración de los activos intangibles. (s.f.))

Los anteriores son métodos convencionales que no permiten comprender el fenómeno valuativo o valorativo que se presenta en la actualidad, de ahí se generó la necesidad de crear un método alternativo que abarque todas las variables que están implícitas para realizar una medición adecuada de los activos intangibles y que se soporte de manera confiable para la rendición de informes contables reales y de acuerdo a las normas vigentes.

En esta investigación, la Lógica Fuzzy es el único método que puede realizar un aporte imparcial positivo en cuanto a los parámetros de medición de los activos intangibles, dado que se basa en el resultado de la valoración de todos los recursos intangibles de una empresa, arrojando como resultado una teoría científica denominada Metrología Contable de los Activos Intangibles (CONAIN), la cual se encarga de realizar la medición de los intangibles de una forma no convencional que apoya a la recuperación del capital intelectual de las organizaciones.

A su vez, la valuación de los activos intangibles es de vital importancia para las empresas; los métodos contables incluyen el de valor en libros, valor con ajuste de activos netos, valor de reposición y valor de liquidación. Son fáciles de utilizar, pero presentan serias limitaciones. Tiene en cuenta el precio en libros o ajustado de los activos. No considera la capacidad de los activos para generar riqueza. Su uso en Colombia ha sido frecuente, pero ha ido cediendo terreno a otros procedimientos más sofisticados.

En este orden de ideas uno de estos métodos sofisticados es la Lógica Fuzzy, que ofrece un aporte positivo a los métodos de medición de los activos intangibles, dado que, como plantean Mallo y otros:

Si el activo intangible en cuestión se adquirió en forma independiente, los últimos dos requisitos estarían cumplidos, y su valuación estaría dada por el precio de adquisición y todo otro costo directamente atribuible a la preparación del activo para su utilización. Si, por otro lado, el activo intangible se adquiere en una combinación de negocios, se valorará según su valor razonable a la fecha de adquisición, el cual es el importe por el cual podría ser intercambiado un activo entre partes interesadas y debidamente informadas, en una transacción realizada en condiciones de independencia mutua. En este caso, nuevamente, se considerarán cumplidos los últimos dos requisitos enunciados. (Mallo Paulino, Artola

María Atonia, Morettini Mariano, Galante Marcelo, Pascual Mariano & Busetto Adrian. (2008). Valuación de activos intangibles con matemática difusa y su adecuación a normas contables españolas e internacionales. Estudios de Economía Aplicada, Vol. 26-2)

De una u otra forma como se adquiriera el activo intangible, solo a través de la Lógica Fuzzy se puede realizar una valuación que nos genere unos resultados positivos y apropiados mediante expertos, debido a que por su complejidad y la incertidumbre inherente se hace necesario y casi obligatorio construir una metodología de medición acorde a la situación planteada, en este caso acorde a los activos intangibles que posea la empresa.

En el desarrollo contable en el que Colombia se encuentra, se presentan cambios en cuanto a la normatividad vigente con el simple propósito de generar información contable más acorde a la realidad, que las empresas no estén engañadas con conceptos los cuales afectan su economía, principalmente se ven afectados ante las entidades bancarias en el momento de solicitud de créditos, pero con las actualizaciones vigentes por las Normas Internacionales de Información Financiera se obtienen resultados positivos.

La valoración de los activos que establece la NIIF 13, tiene tres propósitos: definir el valor razonable, establecer un marco para la medición y requerir información a revelar sobre las mediciones del valor razonable; es así como surge la alternativa de solución de la medición de intangibles a través de la Lógica Fuzzy, debido a que en la mayoría de los casos se realiza mediante métodos de la contabilidad tradicional sometidos a subjetividad.

El autor Gabriel Rivera establece la Lógica Fuzzy como posible solución:

Hasta aquí se ha descrito el problema de valoración de activos intangibles por la cantidad de variables cargadas de incertidumbre y de difícil medición que han surgido en la economía actual. Asimismo, se ha visto a través de un simple ejemplo la eficacia para generar un valor numérico a partir de variables lingüísticas de entrada y de salida, y correlacionándolas con reglas de decisión. Es así que es fácil ver la conexión entre estos dos aspectos.

Dado que a través de la Lógica Fuzzy es posible circunscribir las variables lingüísticas entre asignaciones gráficas con variaciones “naturales”, y dado que es muy posible crear reglas de decisión que faciliten la interconexión entre dichas variables, es viable la creación de un sistema Fuzzy que facilite el ingreso de variables como know-how, creatividad, innovación, organización, etc. y que genere un intervalo de valores “razonable”. (Rivera Rodríguez Gabriel Alirio, (2015). La Lógica fuzzy como posible herramienta de medición y valoración del valor razonable en activos intangibles. Revista Saber, Ciencia y Libertad, Vol. 10, Núm. 2)

Indiscutiblemente los estándares internacionales de información financiera y contable han impactado positivamente sobre la estructura de los componentes contables los cuales se toman como referentes para realizar el estudio financiero que permite conocer el valor real de estos componentes, lo que conlleva a que la perspectiva de valoración de negocio abarque y priorice los elementos que en realidad generan valor, estatus y posicionan a las organizaciones como entes atractivos de inversión y negociación dentro de la economía nacional y mundial.

Así mismo, queda claro que la forma de obtener el valor razonable de un activo tangible o intangible indiscutiblemente es utilizando métodos de medición que no son convencionales y

flexibles, ya que el rango de incertidumbre cada día es mayor con la diversidad de cambios presentados no solo a nivel de normativa sino de las necesidades que poseen tanto las empresas como el mercado en general; por consiguiente, ante este escenario la Lógica Fuzzy es la mejor alternativa para realizar el procedimiento de medición y valoración de dichos activos, logrando un resultado acorde a la realidad entre lo esperado y la existencia.

Dentro de la clasificación de los activos intangibles se encuentran identificables: marcas, derechos de autor, concesiones, derecho de edición, licencias de uso y no identificables: gastos de organización, publicidad de lanzamiento.

Aunque en las empresas siempre se ha contado con el apoyo de un activo intangible indispensable en el desarrollo de sus actividades y el logro de objetivos, nunca se ha tenido en cuenta para integrarlo en su estructura financiera “el capital intelectual” y por consiguiente se hace necesaria su medición.

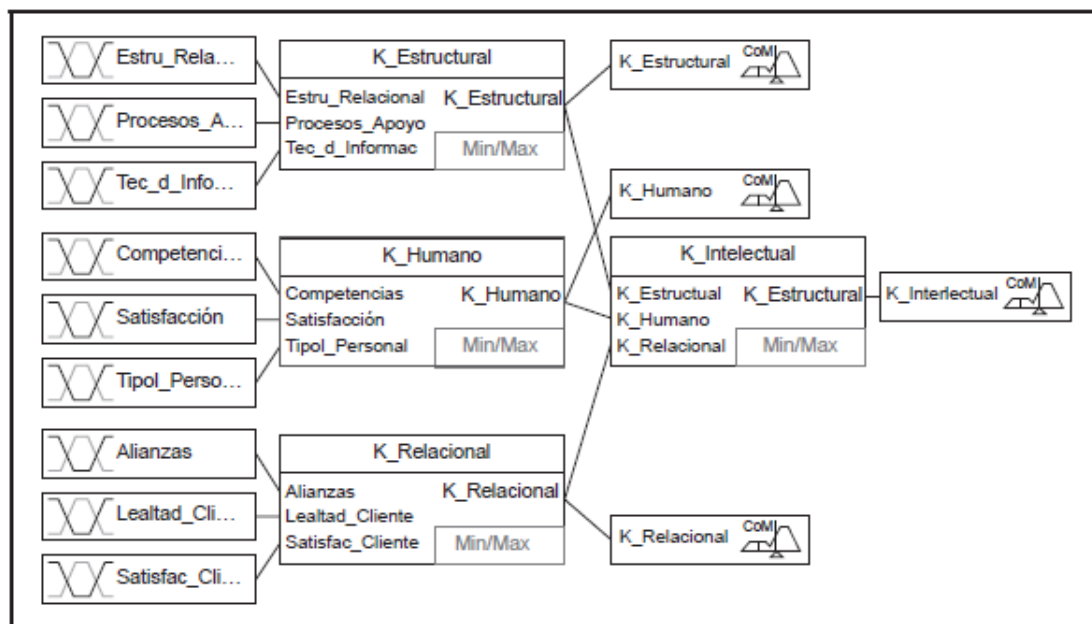
Dicho lo anterior, el capital intelectual es la combinación de activos inmateriales e intangibles dentro de las organizaciones, es el conocimiento que se posee y produce algún valor, está compuesto por tres elementos: capital humano, capital organizacional y capital relacional; que, aunque no sean reflejados en los estados financieros tradicionales, generan valor futuro sobre los cuales se puede sustentar una ventaja competitiva sostenida.

Su medición y control presenta dificultades por su carácter intangible; mediante el uso de herramientas basadas en Lógica Fuzzy se obtiene una aproximación a la medición del capital intelectual en las organizaciones, puesto que permite realizar un diagnóstico del estado actual de cada componente para realizar la evaluación del capital intelectual.

Existen seis metodologías, que surgen desde 1996, para medir el capital intelectual en las empresas, son: Modelo Technology Broker, Modelo Navigator (de Skandia), Modelo del

Canadian Imperial Bank, Modelo Intellectual Assets Monitor, Modelo Intelect y Modelo de la Universidad de West Ontario. Bajo estos métodos se han realizado evaluaciones las cuales no son satisfactorias debido a que no tienen en consideración las variables más relevantes dentro de cada uno de los elementos anteriormente mencionados.

La medición del capital intelectual integra los tres componentes: capital humano, capital estructural y capital relacional, mediante el sistema de Lógica Fuzzy se genera una estructura que evidencia la participación.



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Estructura del sistema de Lógica Difusa para el capital intelectual. Tomado de “Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa”. Adaptado de Santiago Medina Hurtado, Esteban Zuluaga Laserna, Daniel López Pedroza, Fabián Granda Mazo, 2010.

La Lógica Fuzzy, en su aplicación al capital intelectual, asocia tres conjuntos difusos como se expone en el artículo: “Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistema de Lógica Difusa”

Capital intelectual alto. La empresa crea lazos de lealtad con los clientes y, además, forma alianzas estratégicas con proveedores y competencia. Existe alta inversión en tecnologías de la información, que logra que los procesos de mejoramiento tengan continuidad y, además, haya cabida para un mejoramiento continuo con el cual no se pierdan los adelantos pasados en la empresa. Por otra parte, se les brinda espacios de participación a los empleados para que tomen una actitud proactiva en el trabajo y se aprovechen todas sus capacidades.

Capital intelectual medio. La empresa forma lazos con sus proveedores y sus clientes; pero todavía no se realizan alianzas estratégicas que potencien su conocimiento del entorno. En la estructura interna, la empresa hace inversiones en tecnologías y logra que sus programas de mejoramiento se mantengan con el tiempo; también logra que sus empleados cumplan con las metas de la empresa, pero no se animan a proponer ideas. El personal cuenta con una capacitación y nivel académico adecuado para las funciones de la empresa.

Capital intelectual bajo. No existe conexión con el entorno de la empresa, es decir, hay indiferencia entre la empresa y el resto de agentes de la cadena de valor; no se está haciendo un manejo adecuado de la información interna de la empresa, ni hay preocupación por invertir en mejorar la estructura de comunicación. Se desaprovechan las capacidades intelectuales de los trabajadores o no se tiene personal lo suficientemente capacitado. (Medina Hurtado Santiago, Zuluaga Laserna Esteban, López Pedroza Daniel

& Granda Fabián, (2010). Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa. Marzo.)

De acuerdo a lo anterior, la Lógica Fuzzy como método para la medición del capital intelectual facilita la planeación y evaluación, dado que es un sistema adaptable y flexible que se ajusta a la necesidad específica de las empresas.

Encontramos un nuevo escenario para la aplicación de la Lógica Fuzzy como lo es el comercio electrónico, consiste en la compra y venta de productos o servicios a través de medios electrónicos, comenzó a principios de 1970 con aplicaciones como transferencias de fondos monetarios, entre otros. Para el siglo XXI se presenta un crecimiento acelerado de la economía mediante este nuevo tipo de comercio, debido a sus múltiples beneficios que estimulan la creación y utilización de innovaciones en la oferta de productos o servicios; adicional a esto se obtiene información de manera inmediata sin necesidad de salir del entorno laboral o familiar.

Es este orden de ideas es preciso decir que, debido al aumento del comercio electrónico, este impulsó la creación de empresas electrónicas que de manera continua y agradable suplen las necesidades del consumidor de una forma rápida y además con ciertos beneficios y descuentos que generan y los distinguen de los demás tipos de mercados convencionales. De lo anterior se crea la necesidad de que estas empresas deben realizar una valoración absoluta, para lo cual existen dos métodos que suelen ser los más empleados: el descuento de los flujos de caja futuros estimados y la valoración a través de opciones reales. Como hacen referencia los autores Lozano y Fuentes en el artículo: “Tratamiento por borrosidad de la valoración por comparables para una empresa de internet”:

La metodología del descuento de los flujos de caja futuros estima la cantidad de flujos positivos y negativos que una compañía generará en el futuro y descuenta el valor de esos flujos futuros a fecha actual de valoración. La generación de flujos de caja proviene, en las compañías de Internet, directamente de los clientes o indirectamente al permitir que otras empresas paguen por utilizar el sitio como forma de atraer a aquellos. Por tanto, el descuento de flujos de caja futuros está basado en las expectativas sobre la liquidez sobrante generada por la empresa, una vez realizadas las inversiones necesarias para su normal funcionamiento, y en las tasas de descuento futuras calculadas como el coste de oportunidad del capital.

La valoración a través de opciones reales, está especialmente recomendada para compañías que presenten las siguientes características: -empresas de reciente creación - empresas ubicadas en mercados con altos niveles de incertidumbre -empresas que mantengan algún tipo de liderazgo en su sector -empresas dirigidas por personas que comprendan las opciones y tengan una cierta habilidad para ejercitarlas. Esta metodología parte de la idea de que la compañía realizará inversiones sucesivas hasta situarse al nivel de la competencia, que cada inversión será contemplada como una opción real, y que el conjunto de todas ellas sería una opción compuesta. (Lozano Gutiérrez M^a Carmen & Fuentes Martín Federico, s.f.)

Podemos decir que los métodos que se mencionaron anteriormente influyen para dar un valor comercial a las empresas electrónicas, los fenómenos que intervienen y determinan este valor provienen de aspectos cualitativos resultantes del conocimiento subjetivo. Los modelos matemáticos tradicionales no son aplicables debido a que las variaciones de estas empresas están sujetas y abiertas a una profunda revisión.

Es por esto que para realizar el tratamiento de las variables cualitativas se debe hacer mediante la Lógica Fuzzy, por medio de programas inteligentes aplicables donde surge el verdadero valor de las empresas electrónicas y se evidencia que su activo principal está constituido por los intangibles, emitiendo un valor comercial.

Uno de los intangibles a valorar en las empresas es el valor de la marca y el de la empresa de internet, a raíz de los cambios que trae como consecuencia la globalización se da cada vez más importancia al valor que adquiere la marca; el crecimiento del comercio electrónico es día a día más grande y es una de las tendencias que sigue marcando la época, razones por las cuales las altas gerencias deben saber valorar su empresa de acuerdo al mercado que hoy en día es muy cambiante.

Existen diferentes métodos de valoración de imagen de marca como lo son: Costo histórico, Costos actuales o de reposición, Valoración basada en la posición en el mercado, Proyecciones de rentabilidad futura, Valoración utilizando criterios económicos entre otros, pero estos métodos presentan inconvenientes en el momento de valorar la subjetividad que se da en la situación de evaluar las preferencias que tienen los usuarios. Por esto resulta acertado utilizar la Lógica Borrosa para valuar esta incertidumbre como lo plantean los autores Lozano y Fuentes:

La lógica borrosa elimina los altos contenidos de la matemática y va directo al nivel en el que el sistema trabaja, lo cual permite aproximarse intuitivamente a la solución de un problema mediante la formulación de reglas. En este contexto puede verse como la apreciación de la imagen de marca para una posterior valoración de la empresa, puede ser

un buen candidato para el uso de técnicas de control mediante lógica borrosa debido a su complejidad y comportamiento no lineal.

Al estudiar el comportamiento racional de los consumidores, muchos modelos de la teoría de la decisión se basan en relaciones binarias ordinarias, en donde sólo se presentan dos modalidades de preferencia (se prefiere o no se prefiere), y en el caso de la imagen de marca, si se considera relevante para una decisión de compra o secundario. Sin embargo, si se tiene en cuenta la vaguedad, la incertidumbre o la intensidad con la que se manifiestan las preferencias humanas resulta más apropiado un enfoque basado en relaciones binarias difusas o borrosas debido a que éstas permiten graduar las preferencias. (Lozano Gutiérrez, M.C & Fuentes Martín, F. (2004). El valor de la marca y el valor de la empresa de internet. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 10, N° 1,2004, pp. 111-133, ISSN: 1135-2523)

Así como lo plantean los autores, la aplicación de la Lógica borrosa es la herramienta más adecuada para obtener un valor realista de las empresas de internet y de su imagen de marca, debido a que permite valorar la apreciación que tienen los clientes, y demás factores que influyen en el valor real de la empresa dada la complejidad y que presentan un comportamiento no lineal.

2.2.6. Lógica Fuzzy en la Valoración de la Empresa

El proceso de mejora continua que experimentan todas las organizaciones, exige que se evalúen los diferentes elementos que la integran, con el fin de disminuir las debilidades, ser competitivos y crear nuevas oportunidades para futuras inversiones o negociaciones.

Acorde con lo anterior, una de las preguntas que surge en los socios o accionistas de las empresas es la valoración de empresa y el método de valuación, pues es un proceso de análisis de la situación económica y financiera, categorizando los componentes en tangibles e intangibles.

Ahora bien, para el desarrollo de valuación empresarial se requiere de personal profesional capacitado y las herramientas apropiadas para esta actividad compleja que tiene gran importancia en las decisiones que tomen las altas gerencias a nivel administrativo, comercial, financiero y operativo.

Dado que la contabilidad suministra el 100% de la información necesaria para aplicar la valuación de las empresas y de acuerdo a los modelos tradicionales de valuación como: relación valor de mercado - utilidad, relación valor de mercado - valor libros, flujos de fondos futuros descontados, por citar algunos, los cuales presentan desventajas para los usuarios al ser aplicados, dejando elementos pendientes por evaluar, entre ellos los intangibles y las contingencias, requiriendo así de métodos especiales, flexibles y que el resultado se acerque a la realidad económica que viven las organizaciones, por ende, la Lógica Fuzzy ofrece lo que las empresas necesitan para lograr una medición acorde a la realidad.

Lo que se logra con las técnicas borrosas es sincerar la situación de incertidumbre incluyendo imprecisión en los resultados a exponer. De esta manera, la estimación de cada experto no consistirá en un monto preciso, sino que será un número borroso. (Paulino Eugenio Mallo & Otros, 2004. Valuación de Empresas con Técnicas Borrosas. Medición del valor de las empresas. Utilización de la información contable).

Los autores del artículo “Valuación de Empresas con Técnicas Borrosas. Medición del valor de las empresas. Utilización de la información contable”, expresan que el valor de las empresas en una fecha determinada estará dado por la combinación de:

- El efectivo y los depósitos en cuentas a la vista;
- Las colocaciones y demás inversiones efectuadas con fondos excedentes;
- El total de créditos de los que la empresa es titular a esa fecha,
- El total de sus bienes materiales e inmateriales;
- El total de obligaciones ciertas, exigibles a la fecha de la medición o no, y
- Ciertos activos y pasivos que se encuentran sujetos a alguna condición o suceso futuro que los transformen en ciertos y determinados.

Así, lo que obtenemos es una valoración más sincera del patrimonio de la empresa que tiene en consideración elementos tales como el valor de la clientela y de los recursos humanos, entre otros, así como situaciones que en el futuro pueden acarrear pérdidas o ganancias de significación, y de las cuales no se tiene una confirmación a la fecha de medición. (Paulino Eugenio Mallo & Otros, 2004. Valuación de Empresas con Técnicas Borrosas. Medición del valor de las empresas. Utilización de la información contable)

Hay que mencionar que los autores de dicho artículo presentan un modelo de valuación para escenarios de incertidumbre y subjetividad basados en números borrosos triangulares (NBTs), que están compuestos por tres cifras, una mínima, otra máxima (u optimista y pesimista) y otra media; asimismo incorporan Lógica Fuzzy con el método Delphi, adaptación de la fórmula de Lev-Schwartz y la agregación de opinión de expertos.

Así que, al momento de valorar una compañía es necesario tomar aspectos cuantitativos y cualitativos que integran un ente económico utilizando diversas aplicaciones que se pueden integrar para satisfacer las necesidades presentadas en las empresas.

Ahora bien, desarrollar una gestión óptima es el reto de las altas gerencias y para lograr este objetivo es primordial partir de las causas que generan problemas en las organizaciones a nivel interno principalmente y posteriormente externo; una vez se identifiquen dichas causas, se deben valorar para tomar las medidas apropiadas y cumplir con los objetivos estipulados en la planeación estratégica.

Es claro que, los indicadores e informes financieros ofrecen pautas sobre el estado económico de las empresas, brindando la posibilidad de recrear escenarios futuros para tomar decisiones en la optimización de recursos, flujo de caja, apalancamiento, nivel de endeudamiento, y así presentar a los inversionistas y socios los resultados esperados formando entes competitivos e integrales en el mercado; pero dicha información es insuficiente, a consecuencia de que el problema radica en las causas que generan estos resultados, por lo que se debe indagar desde el origen de los procesos financieros y administrativos.

A lo largo de la historia se han implementado herramientas que permiten medir y valorar dichas causas, las cuales se condicionan a las necesidades y requerimientos de las organizaciones, con impactos positivos; dos de estas herramientas más utilizadas en el siglo XXI son la Lógica Fuzzy y el BSC.

Los autores Antonio Terceño y Hernán Vigier presentan un modelo de diagnóstico de causas, apoyados en la Lógica Fuzzy, con el fin de pronosticar escenarios futuros para las organizaciones y tomar las decisiones acordes a dichos resultados.

El modelo se basa en la construcción de matrices de pertenencia de síntomas y causas, que permiten definir grados de incidencia de diferentes enfermedades o problemas presentes en las empresas. En este modelo de diagnóstico, las causas constituyen el factor fundamental del análisis, como verdaderas generadoras de los problemas de las empresas. (SABER-ULA, Universidad de Los Andes – Mérida – Venezuela: Identificación de las causas en el diagnóstico empresarial mediante relaciones Fuzzy y el BSC, s.f.)

De acuerdo con este modelo se crean dos tipos de causas de origen:

- Interno: causas tecnológicas, causas de mercado, causas financieras, administrativas y exógenas.
- Externo: cambios en la macroeconomía mundial, cambios políticos, cambios normativos, cambios en los gustos y costumbres de la sociedad, entre otros.

Gracias a la flexibilidad de la Lógica Fuzzy, esta se integra con el BSC para soportar la teoría de control de gestión al universo de empresas, basándose en la relación de causa - efecto, permitiendo así analizar las circunstancias que generan dificultades en el alcance de los objetivos planteados por las gerencias.

Cada vez es mayor la importancia de valorar las empresas, dado que uno de sus objetivos consiste en atraer inversionistas potenciales para seguir manteniéndose competitivas, integrales e innovadoras en el mercado, lo cual se logra al ofrecer productos y servicios de alta calidad, obteniendo reconocimiento en el mismo.

Con la globalización varios factores de mercado impactan los entes económicos, de manera que si quieren permanecer dentro del juego de oferta y demanda, no solo necesitarán valorar la empresa, sino también el modelo o método aplicado para poder obtener el resultado esperado,

pues cada vez dichos procesos aumentan el grado de complejidad y los costos de elaboración se hacen mayores; por lo que se requiere sustituir los modelos clásicos que son poco flexibles ante las situaciones de incertidumbre y riesgo que encierra la valoración de empresa y adicionalmente poseen tres principales limitantes que citan María Antonia García Sastre y Micaela Rosselló Miralles en su artículo “La lógica borrosa para valorar la incertidumbre en la técnica de valoración de opciones reales”:

- a)** la determinación de la tasa de descuento adecuada al proyecto para que tenga presente la prima de riesgo más adecuada al nivel de incertidumbre del proyecto; **b)** Ignoran la posibilidad de flexibilidad de modificar decisiones cuando se requiere más información; **c)** son métodos pasivos ya que si el NPV resulta positivo se considera que debe de llevarse a cabo la decisión de invertir, sin tener en cuenta que posponer el proyecto puede generar mayores resultados, es decir no se tiene una visión dinámica de la inversión. (García María Antonia & Roselló Micaela, La lógica borrosa para valorar la incertidumbre en la técnica de valoración de opciones reales, s.f.)

Es por esto que los nuevos modelos de valoración y medición deben ser flexibles y dinámicos, característica primordial de la Lógica Fuzzy.

Así mismo, el modelo de valoración presentado por María Antonia García Sastre y Micaela Rosselló Miralles se basa en la aplicación de Lógica Fuzzy analizando los resultados más allá de los escenarios presentados por los números borrosos triangulares (NBTs) ofreciendo información importante.

Además, cuando se introduce la lógica borrosa en el análisis de valoración de inversiones se reconoce el hecho de que no toda la incertidumbre puede ser valorada con procesos estocásticos. Es decir el modelo propuesto es especialmente apropiado para aquellos proyectos de inversión que engloban un elevado grado de incertidumbre que no puede ser catalogada como riesgo, en este paper se propone una medida de borrosidad que permite determinar el error cometido cuando se utilizan técnicas de valoración de opciones reales estándares en lugar de borrosas. (García María Antonia & Roselló Micaela, La lógica borrosa para valorar la incertidumbre en la técnica de valoración de opciones reales, s.f.)

Por ende, la aplicación de la Lógica Fuzzy como herramienta integral y complemento para diferentes métodos de medición permite que se tenga mayor certeza sobre la realidad económica de las organizaciones, en este caso se expone una nueva estructura de valoración de opciones reales, basada en el modelo binomial borroso.

De igual modo, los tratados, convenios y acuerdos establecidos y firmados por las diferentes naciones con el fin de mantener relaciones sociales, comerciales y económicas en equilibrio, han generado grandes retos para las Pymes, pues su participación a nivel internacional es mínima.

Por lo anterior, surge la necesidad de evaluar los recursos que componen las Pymes para contribuir en el mercado internacional.

Evaluar los recursos que poseen las Pymes implica utilizar un método que mida no solo escenarios cuantitativos, sino cualitativos, apoyado en la opinión de expertos; por lo que Jorge Aníbal Restrepo y Juan Gabriel Vanegas plantean:

Un modelo para crear un índice global de evaluación de la capacidad de exportación de las empresas, recurriendo a variables cualitativas de naturaleza lingüística. Para ello se propone un sistema de inferencia difuso (FIS), como un enfoque de análisis flexible, que permite realizar una evaluación integral de los recursos y capacidades internas para iniciar un proceso de internacionalización de las empresas de una manera sistemática. (Restrepo Morales Jorge Anibal & Vanegas Juan Gabriel (2015). Internacionalización de las pymes: análisis de recursos y capacidades internas mediante lógica difusa)

De manera que dicho modelo se basa en el criterio de expertos y toma los factores internos como: marketing, logística, gestión de planificación, planificación de recursos humanos y financieros, entre otros, para conseguir un mayor grado de objetividad en la medición.

Es por lo anterior que la Lógica Fuzzy se ha convertido en un gran apoyo en la toma de decisiones en diversos espacios, especialmente en la valoración de empresas.

2.2.7 Lógica Fuzzy en Finanzas.

Las finanzas tienen sus orígenes en la economía, debido a que su concepto inicial fue economía empresarial dedicada al estudio de las unidades económicas fundamentales. Después de una serie de cambios conceptuales se definen las finanzas como la ciencia que estudia el proceso de circulación de dinero, es decir la forma de obtención y administración de fondos.

Los proyectos de inversión deben considerar todo tipo de intervalos de variables, con el fin de obtener la viabilidad de dichos proyectos como apoyo para la toma de decisiones de las organizaciones dado que todos los factores influyen, para abordarlos con la Lógica Fuzzy se

desarrolla un modelo de valuación llamado “modelo de van borroso” como lo explica el artículo “La lógica borrosa aplicada a las finanzas. Valuación de proyectos”:

Como ya mencionamos, el VAN se obtiene como resultado de la suma de los flujos futuros actualizados al valor presente (mediante la utilización de una tasa de descuento apropiada) menos la inversión inicial. Pero qué pasa cuando los flujos de fondo futuros y el costo de capital no son suficientemente conocidos o confiables? Se provoca mayor incertidumbre en el inversor o en el responsable de la toma de decisión. Y esa incertidumbre se fundamenta en que las proyecciones a futuro se encuentran afectadas por variables inciertas propias del proyecto o de la macroeconomía del país, para la imprecisión que se presenta las que no es posible obtener una función de probabilidad con la cual estimar los flujos de fondo o el costo de capital adecuado para actualizar los flujos futuros. (Morello Hernán Javier, 2015. Lógica Borrosa aplicada a las finanzas. Valuación de proyectos.)

Es por esto que mediante la Lógica Fuzzy se quiere actualizar las proyecciones de modo perceptivo y más cerca a la realidad, de manera que permita que el analista realice un verdadero análisis complementario al enfoque probabilístico mediante las herramientas ofrecidas por la lógica borrosa que al momento de realizar la toma de decisión de inversión permita incorporar en los sistemas.

Por otra parte, la inteligencia artificial surge como resultado de la investigación en lógica matemática, se enfoca en la explicación del trabajo mental mediante sistemas que actualmente son parte de la rutina en campos como la economía e ingenierías, de aquí que, a medida que el

mundo se vuelve más complejo se hace inédito el uso de la eficiencia. Se obtiene un apoyo mediante la aplicación de las diferentes técnicas de inteligencia artificial, donde se encuentra la Lógica Fuzzy.

Se realiza una ejemplificación en las aplicaciones financieras, en donde el autor Coello evidencia el aporte realizado por la Lógica Fuzzy como técnica de la inteligencia artificial:

Un área de aplicación de la lógica difusa que ha crecido considerablemente en los últimos años es la extracción de información de bases de datos. En la extracción convencional de información no se permite el tipo de flexibilidad a la que los humanos estamos acostumbrados, porque el tipo de búsqueda que se efectuaría podía pasar por alto detalles importantes que para un ser humano resultarían obvios. Por ejemplo, si queremos detectar a agentes de ventas jóvenes que sean prometedores, tendríamos que definir qué entendemos por "joven" y por "prometedor". Si, por ejemplo, para nosotros, alguien de menos de 25 años es joven, entonces podríamos pasar por alto el desempeño de vendedores de 26 años. Análogamente, si para nosotros es "prometedor" alguien que vende más de \$100,000 pesos en un año, podríamos ignorar a quien vende \$99,000 pesos. La lógica difusa permite definir de manera más flexible el tipo de búsqueda que deseamos realizar, y nos proporcionaría mucha mayor información que usando las técnicas tradicionales. (Coello Coello Carlos A. & Castillo Tapia Ma. Guadalupe, Uso de Técnicas de Inteligencia Artificial para Aplicaciones Financieras s.f.)

Una vez más observamos que mediante la implementación de este tipo de técnicas, herramientas o métodos como la Lógica Fuzzy se concluye que logra de manera satisfactoria

resultados apropiados para la toma de decisiones, dejando a un lado los métodos tradicionales, por cierto algunos ya obsoletos. Además, tiene un impacto positivo y considerable en la economía.

El mercado bursátil es uno de los más representativos en la economía mundial, en los últimos años las crisis en estos mercados han sido evidentes, de manera que su rendimiento financiero ha disminuido afectando la demanda por menor consumo con su inevitable impacto en producción y exportaciones.

Se generó la necesidad de crear un sistema basado en Lógica Fuzzy que sea un apoyo en la toma de decisiones debido a que con el historial económico existente la exigibilidad en cambios que se puedan presentar en estas organizaciones se debe realizar un análisis exhaustivo que garantice la solidez de los posibles cambios, mediante los métodos convencionales no se tienen en cuenta diversas variables que, por lo contrario, la lógica borrosa evalúa y parametriza, logrando reducir la perdida de los inversionistas a través de modelos revolucionarios y complementarios.

La aplicación de la lógica difusa en problemas administrativos y en particular financieros, se ha presentado en los últimos años destacándose la gran posibilidad de generar modelos que representan modelos complejos de la realidad sin necesidad de técnicas sofisticadas de matemática clásica, de ahí la relevancia de esta teoría para la generación de modelos y sistemas expertos. (Godínez López Roberto, Modelo de un sistema experto a partir de la aplicación de la lógica difusa, para ayudar en las decisiones bursátiles. Revista electrónica de Divulgación de la investigación. Vol. 01, junio – noviembre 2011)

A nivel administrativo los resultados positivos y progresivos en las inversiones en mercados bursátiles dependen de una excelente gestión por parte de gerencia, el apoyo para el desarrollo de conflictos empresariales va en pro de la ejecución de sistemas que cumplan las expectativas y generen alternativas de prontas y efectivas soluciones. Desde este punto de vista, la Lógica Fuzzy es uno de los sistemas más utilizados por su efectividad en la obtención de resultados con un gran porcentaje de proximidad a la realidad, para la acertada toma de decisiones.

La inflación ideal es aquella que se mantiene baja y estable, lo cual es requisito indispensable para poder garantizar en el largo plazo la sostenibilidad del crecimiento del producto y el empleo, permitiendo de tal forma una economía sólida de forma que con la evaluación de los factores que influyen en los resultados de las variaciones disminuya la incertidumbre y además generen resultados fiables como apoyo a las gestión empresarial lograda por medio de modelos de Lógica Fuzzy basados en criterios de expertos en política monetaria, surgiendo una metodología que sirve de complemento a este análisis, de tal manera que para la toma de decisiones brinda información adicional.

La determinación de un balance de riesgos para el comportamiento futuro de variables macroeconómicas tales como la inflación y el crecimiento puede considerarse un problema que atañe a la teoría de conjuntos difusos, porque se origina tanto del juicio de expertos con respecto a las posibles desviaciones de dichas variables con relación a su comportamiento previsto, como de las proyecciones y la información histórica asociadas a las variables explicativas. El producto final es un conjunto de valores numéricos (grados de pertenencia), interpretados de manera individual como la posibilidad de que el balance de riesgos de la variable en cuestión esté sesgado al alza, a la baja o que permanezca

constante. (Santana Jiménez, Lisette, Una aplicación de la lógica difusa a la evaluación del balance de riesgos de la inflación y del crecimiento macroeconómico. Ciencia y Sociedad, vol. 38, núm. 3, 2013, pp. 497-514).

Las técnicas que complementan los criterios existentes por expertos, pueden ser útiles en diversas circunstancias debido a que no se cuenta con la información suficiente para aplicar estos métodos de manera convencional; para la evaluación de los balances de riesgo de inflación y del crecimiento económico las empresas se ven obligadas a la utilización de alternativas que toman en cuenta todo tipo de limitaciones, permitiendo la implementación de conceptos acordes a la realidad que ayudan a tomar decisiones más precisas, planteando escenarios posibles con la Lógica Fuzzy.

Con el esfuerzo de mantener el crecimiento macroeconómico se evidencia que la aplicación de Lógica Fuzzy no resulta ser insuficiente, a pesar de que se tiene poca información para lograr resultados significativos; se hace necesario fortalecer sus variables con el propósito de obtener ventajas competitivas en el mercado mundial.

2.2.8. Lógica Fuzzy en los Riesgos Financieros y Auditoría.

Dentro de los riesgos financieros se identifican el de crédito, de liquidez, de mercado y operativo, que pueden afectar la operación y resultados de una entidad o inversión, su función es determinar el nivel de tolerancia al riesgo; en este orden de ideas, es el grado de incertidumbre sobre los rendimientos esperados a futuro, su medición cuantitativa implica una probabilidad asociada a una pérdida potencial.

Centraremos nuestro análisis en el riesgo operativo que es la posibilidad de pérdidas financieras y que se deriva en dos componentes: riesgo operativo interno, en el cual se involucran procesos, personas y sistemas, y riesgo operativo externo, el cual surge de factores del entorno; las categorías del riesgo operativo, como lo citan Medina y Jaramillo en la siguiente gráfica, son:

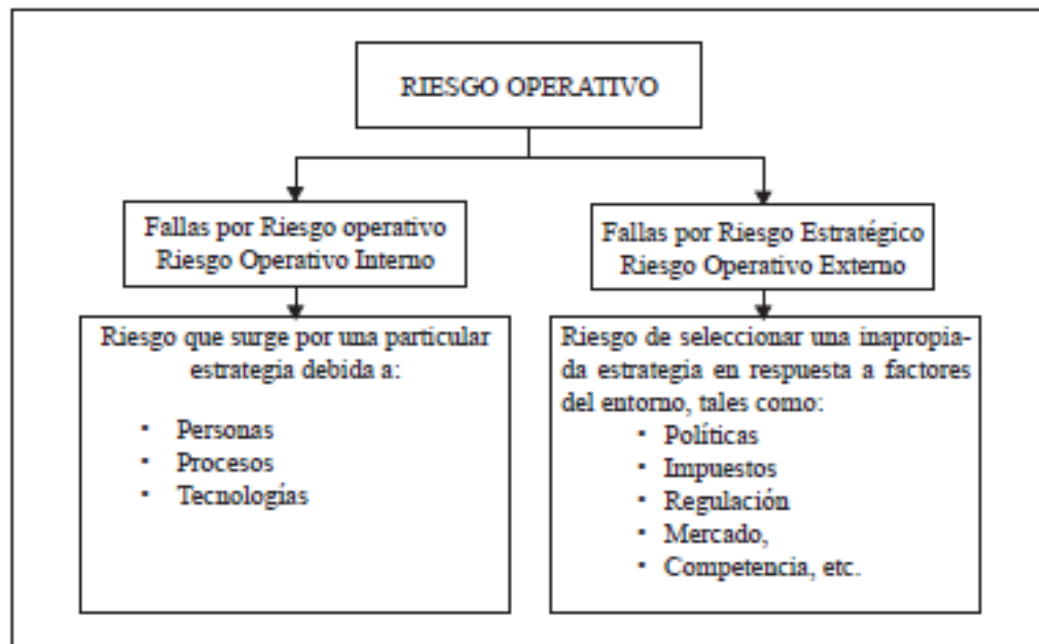


Figura 24. Categorías de Riesgo Operativo. Tomado de “Riesgos Financieros y Económicos”. Adaptado de Santiago Medina Hurtado PhD., Johanna Alexandra Jaramillo. Primera edición: Agosto de 2008.

Después de la crisis de 1994 de América Latina, y de 1997 - asiática, surge en 1999 el acuerdo de Basilea II, que dio a conocer el concepto anteriormente expuesto, sus normas han contribuido a que los mercados fueran más completos, ofreciendo más margen para la cobertura o la administración de riesgos financieros a través del uso de metodologías que permitan controlar y minimizar el riesgo.

Actualmente se está aplicando la aproximación basada en lógica difusa debido a que permite realizar análisis del riesgo operativo con un menor costo de montaje y una visión más estructurada del riesgo operacional cuando la información disponible es incierta. Esto no significa que la lógica difusa pueda reemplazar los métodos estadísticos robustos para la medición del riesgo operacional, sin embargo, ésta puede proporcionar un marco teórico más riguroso para el tratamiento de la información vaga, incompleta y subjetiva o el tratamiento de la información cualitativa, lo cual es una constante en el análisis de riesgos operativos y de muchos problemas del mundo real. (Santiago Medina Hurtado PhD.¹ Johanna Alexandra Jaramillo, 2008. Tomado de “Riesgos Financieros y Económicos”).

La Lógica Fuzzy, en el control del riesgo financiero y económico, es una alternativa no convencional que abarca de manera global los diferentes factores que influyen en los cambios de la economía, de manera que se puede obtener una mejor intervención en el sistema de control de los posibles riesgos que se presentan en el mercado cotidiano.

La eficiencia de la administración depende de la planificación, organización, dirección y control de los recursos que tienen las sociedades; es por ello que se debe tener en cuenta la utilización de los mismos para el desarrollo de su actividad principal, ya sea comercial, productiva o de servicios, donde se debe establecer una metodología de trabajo que brinde de forma progresiva y ordenada el logro de sus objetivos.

El desarrollo económico ofrece diversos campos de acción y uno de ellos lo integran las compañías comisionistas de bolsa, las cuales tienen como prioridad la maximización de los

beneficios y disminución de los costos que garanticen estabilidad a los inversionistas a través de procedimientos previamente establecidos y permiten manejar información en tiempo real que debe respaldar a quienes invierten, por lo tanto surge la necesidad de crear un sistema que involucre la experiencia de expertos y a través de la Lógica Fuzzy permita la solución de problemas ante la toma de decisiones y conceda un tratamiento adecuado de la vaguedad y la incertidumbre en estas organizaciones. Así como lo dicen Medina y Manco:

El surgimiento de nuevas corrientes académicas basadas en la inteligencia artificial, otorgó un espacio de grandes consideraciones y adelantos en todas las áreas del conocimiento, y específicamente la lógica difusa es actualmente utilizada como herramienta que permite la modelación e interacción entre las variables de difícil entendimiento; para la toma de decisiones gerenciales en el área de la economía empresarial y respecto al problema que se intenta resolver, nos permitirá evaluar las firmas comisionistas con el fin de determinar el recurso financiero que debe otorgarse. (Medina Hurtado Santiago & Manco Oscar, 2007. Diseño de un sistema experto difuso: evaluación de riesgo crediticio en firmas comisionistas de bolsa para el otorgamiento de recursos financieros. Estudio Gerencial. Vol.23 No.104 Cali, Julio/Septiembre 2007)

De acuerdo a lo anterior se propone utilizar datos históricos, los cuales no se han tenido en cuenta por los expertos en la definición de criterios para la creación de las evaluaciones existentes, por lo que se sugiere la aplicación de la Lógica Fuzzy de una manera subjetiva en las decisiones de los procesos administrativos, la cual permita determinar la solvencia de las firmas

comisionistas de bolsa mediante una evolución apoyada en el razonamiento técnico, fundamental, financiero y de riesgo.

Por otro parte, la crisis financiera que se presentó a nivel mundial en el año 2008, consecuencia de una serie de fallos humanos en EE UU, como la crisis de las hipotecas ‘subprime’ y de crédito, aumento de los precios del petróleo (que para enero de 2008 había superado los 100 dólares por barril por primera vez en la historia), adicional a esto el crecimiento natural de las economías del Este, lo que afectó de una forma radical el mercado, surge la necesidad de que el mundo aprenda a adaptarse a estas nuevas realidades económicas para que dichas crisis financieras tengan un control apropiado y el impacto no supere los límites de las economías de los países.

Unos de los problemas centrales es la gestión de liquidez en un tema crítico y complejo, que puede conducir a consecuencias precisas, como colapsos bancarios; de ahí la importancia de desarrollar un sistema de control para la gestión de liquidez identificando las mejores técnicas operativas bajo un ambiente de incertidumbre que aporte ventajas competitivas para las empresas.

Como parte de las aportaciones de esta investigación, se presentan nuevos modelos aplicados a la gestión de liquidez orientados a ayudar a las empresas en la toma de decisiones, mediante el uso de metodologías basadas en el tratamiento de la incertidumbre. A partir de estos, se muestra la eficacia y la utilidad de los modelos de la lógica difusa aplicados para la gestión de la liquidez de las empresas. Esto ha permitido ofrecer diversas aportaciones a partir de publicaciones de artículos en revistas científicas y congresos internacionales. (Hammi Abdelhamid, 2014)

A través de la historia, la Lógica Fuzzy tiene varios conceptos en cuanto a su funcionalidad en la aplicación de métodos no convencionales y no lineales, en este caso encontramos un concepto sobre una técnica de la inteligencia computacional que trabaja con información imprecisa obteniendo soluciones fiables que se adaptan de manera fácil a las variables continuas.

Ahora bien, el riesgo financiero consta de tres elementos: el costo y disponibilidad de capital para la inversión, la capacidad de satisfacer necesidades de dinero en efectivo de manera planificada y, la disposición para aumentar el capital; cabe resaltar que la regulación del riesgo con base en los elementos anteriores está regulada mediante entes de control a nivel mundial y el mayor representante es el Comité de Basilea para la Supervisión Bancaria, quienes en el 2003 emitieron un conjunto de principios llamado “convergencia internacional de medidas y normas de capital” o “Basilea II”, donde se establecen normas para la administración del riesgo con el fin de evitar crisis bancarias mediante la tecnificación y profesionalismo en los procesos de prevención.

La regulación del riesgo se ha convertido en un arduo trabajo debido a que día a día su complejidad aumenta, es por ello que surge el interés en aportar esfuerzos y recursos para adoptar un modelo de gestión de riesgo que proporcione la capacidad de controlarlos, clasificarlos y pronosticarlos de manera eficaz, mediante la implementación de un modelo de clasificación/predicción de riesgo financiero en bancos comerciales y universales, utilizando modelos de clasificación contruidos mediante la lógica difusa.

La idea principal de dicho artículo se resume de la siguiente forma:

Mostrar el procedimiento utilizado para la determinación y clasificación del Riesgo Financiero y sus componentes (Crédito, Operacional y Liquidez) a través de los resultados obtenidos por los modelos difusos de calificación de los aspectos bancarios: Capital, Activos, Gestión Administrativa, Ganancias y Liquidez. Los modelos fueron contruidos usando la técnica de clasificación difusa “subtractive clustering” y la metodología de calificación de aspectos bancarios CAMEL. Como datos de entrada se empleó un conjunto de Razones Financieras estimadas a partir de la información mensual contenida en los Balances de Publicación y Estados de Resultados provenientes de los bancos comerciales y universales venezolanos entre los años 1996 y 2004. (Martinez Carlos, 2007. Uso de las Técnicas de Preprocesamiento de Datos e Inteligencia Artificial (Lógica Difusa) en la Clasificación/Predicción del Riesgo Bancario)

Los criterios de análisis crediticio se basan en la actualidad en el flujo de caja, se otorga un crédito si un cliente genera suficiente caja para pagarlo, ya que los créditos no se pagan con utilidad, ni con inventarios, ni menos con buenas intenciones, se pagan con caja. Debido a esto se considera que un estudio de crédito debe evaluar de manera imparcial todos los aspectos que influyen en la economía cotidiana mundial, es importante conocer el riesgo en el ámbito financiero, así que la mayoría de las decisiones financieras de importancia están basadas en la predicción del futuro.

En este caso particular una cooperativa de ahorro y crédito busca evaluar la solvencia de los asociados solicitantes de crédito, de tal forma que pueda disminuir los riesgos financieros mediante la medición de aspectos cuantitativos y cualitativos a través sistemas estadísticos y

econométricos, aquí es importante resaltar el aporte de Medina y otros en cuanto a la combinación de los métodos convencionales con la Lógica Fuzzy:

La combinación de un adecuado Sistema de Inferencia Difuso con el conocimiento adquirido por el experto en análisis de crédito, se convierte en una gran fortaleza para la cooperativa al momento del otorgamiento del crédito, puesto que el sistema siempre va a permitir tener una información adicional que está por fuera de otros modelos de evaluación crediticia y que el experto conoce. Por esto, la lógica difusa se perfila como una alternativa importante para el desarrollo de sistemas expertos que constituyen una verdadera herramienta de apoyo a los especialistas desarrollada de manera sencilla y considerando que el conocimiento previo de los expertos es una metodología que permite la minimización del riesgo de crédito. (Medina Hurtado, Santiago; Paniagua Gómez, Gisela. Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito, Dyna, vol. 75, núm. 154, marzo, 2008, pp. 215-229).

La Lógica Fuzzy permite la inclusión de la incertidumbre de una forma diferente en los modelos financieros, la implementación de la misma como ayuda en la evaluación de créditos en esta cooperativa; analiza características de los usuarios, aspecto muy importante para tomar la decisión de conceder o negar el crédito, de tal forma que permita brindar de manera oportuna un servicio y disminuir el riesgo financiero.

Es justo decir que, la evaluación del riesgo se refiere a la medición y valoración de cada uno de los riesgos identificados calculando el efecto que generan sobre el valor de los portafolios de inversión y financiación; para un análisis más completo es preciso proporcionar la siguiente información correspondiente a la Teoría de Cópulas:

Es una función de distribución multivariante definida en una unidad cubica n-dimensional $(0,1)$ tal que, cada distribución marginal es uniforme en el intervalo $(0,1)$, es decir, una copula es una función que enlaza una distribución de probabilidad multivariante en una colección de funciones de probabilidad marginal univariantes y, así determinar la estructura de dependencia tanto de la distribución conjunta como de sus marginales. Se considera como una herramienta útil que permite moldear la estructura de dependencia de un conjunto de variables. (Quischpe Goyes Blanca & Soria Ayala Juan Francisco, 2014. Valoración del riesgo financiero a través de la teoría de cópulas y diseño de un sistema de control difuso de calificación para instituciones del sistema financiero regulado ecuatoriano).

Si bien es cierto que las instituciones del sistema financiero monitorean, identifican, miden y controlan los riesgos inherentes al negocio para definir el perfil de riesgo con el fin de proteger los recursos propios y de terceros que se encuentran bajo su administración y control, es por ello que se tiene como prioridad la minimización de riesgos mediante sistemas de control, en este caso está basado en Lógica Fuzzy y Teoría de Cópulas, las cuales tienen una relación operativa que permite moldear rendimientos con distribuciones de forma más real y su aplicación en la gestión del riesgo financiero tiende a crecer.

Posteriormente se crea un sistema de control difuso basado en variables lingüísticas que permiten comprimir información, trasladar conceptos y capturar medidas de incertidumbre ajustándose a la realidad más que a las variables lineales y convencionales, se encuentran estrechamente relacionados con el control de procesos lo que permite que los resultados sean o

tengan una aproximación exacta a la realidad. Al realizar la implementación del modelo, este realiza la integración de variables cuantitativas y cualitativas, emitiendo una calificación basada en tres segmentos: el financiero, el fundamental y el de riesgo, los cuales poseen un conjunto de variables, escogidas por expertos, ajustables a los requerimientos de evaluación.

Los autores Quischpe y Soria hacen énfasis en:

La combinación de las dos teorías, la de copulas y la lógica difusa y el criterio de experto aportado por los analistas del fondo de garantías, permitió la construcción de una herramienta para la fácil toma de decisiones para el FOGAMYPE en base al cumplimiento de criterios de riesgo. (Quischpe Goyes Blanca & Soria Ayala Juan Francisco, 2014. Valoración del riesgo financiero a través de la teoría de cópulas y diseño de un sistema de control difuso de calificación para instituciones del sistema financiero regulado ecuatoriano)

Lo que nos indica que la Lógica Fuzzy es una herramienta versátil que se puede unir a otras teorías no lineales y lograr resultados positivos y satisfactorios en el control no solo de los riesgos financieros, sino cualquier tipo de riesgo pues de una manera no convencional realizan el análisis de una forma completa generando la creación de nuevos sistemas que faciliten la toma de decisiones organizacionales.

Según la publicidad emitida por las entidades financieras, un crédito empresarial es una solución versátil que se ajusta a las necesidades particulares de los empresarios y para financiar las necesidades de capital de trabajo; según esto, si dichas entidades quieren ofrecer esta maravillosa propuesta deben tener también un sistema de control muy completo en cuanto al

estudio de las solicitudes de crédito de los empresarios debido a que los riesgos financieros son demasiado altos porque dependen, en cierta forma, de la economía mundial.

En cuanto al riesgo cualitativo, se realizó un análisis a un modelo EPCU (*Estimation of Projects in Contexts of Uncertainty/ Evaluación de proyectos en contextos de incertidumbre*) el cual es un mecanismo que permite realizar estimaciones de proyectos y evaluaciones en distintos ámbitos, para la toma de decisiones y que busca de una manera no convencional una opinión en cuanto a su funcionalidad en la evaluación del riesgo; se obtuvieron los siguientes resultados que citan Mijangues y otros:

De acuerdo al modelo EPCU propuesto, los resultados obtenidos indican que éste refleja en buen grado la opinión extraída de los expertos, ya que, en los créditos que se otorgaron y no hubo contratiempos, el modelo considera, de acuerdo a los valores de entrada de los indicadores de Mercado, Operaciones, Financiero y Buró un riesgo bajo en el otorgamiento del crédito. En los ejemplos de créditos que se otorgaron e implicó para la institución financiera necesidad de reestructura, y un análisis adicional, el modelo propuesto utilizando los valores de entrada de estos clientes muestra un alto riesgo, siendo recomendable no otorgarlo.

Dado que el modelo EPCU, basado en lógica difusa, muestra su eficacia al considerar la opinión experta, consideramos que todavía puede enriquecerse más, al optimizar el modelo y también considerando parametrizar cada una de las variables, para poder incluir otros tipos de clientes que por el momento han quedado fuera por el alcance del trabajo. También se pueden refinar más las reglas de inferencia, y ampliar el modelo hacia la parte de datos históricos e información de mercado, para poder calcular las variables que

se definieron de entrada no sólo en términos cuantitativos sino incluyendo también en aspectos cualitativos. (Mijangos Olga, Valdés Francisco y Linares Marco, 2015)

De modo que los resultados de esta evaluación mediante Lógica Fuzzy son satisfactorios, pero de cierta forma cabe resaltar que se debe realizar una optimización de conceptos, la cual emita con más precisión los resultados como apoyo a la toma de decisiones para conceder un crédito empresarial mediante el fortalecimiento de las variables económicas que cada día son más complejas debido a las caídas de los grandes mercados internacionales.

En efecto, los Estados Financieros son el curriculum de toda entidad privada o pública, con ánimo de lucro o sin ánimo de lucro; independientemente del objeto y razón social, se deben presentar a sus usuarios; según el Decreto 2649 de 1993 no especifica quienes son los usuarios de los EE.FF, pero se pueden extraer de los objetivos de este decreto, concluyendo que son: Administradores, Inversionistas actuales y potenciales, el Estado y la Sociedad en general; el IASC en el Marco de Conceptos para la Preparación y Presentación de EE.FF indica: “los usuarios de los estados financieros incluyen inversionistas, empelados, prestamistas, proveedores y otros acreedores comerciales, clientes, ya sean actuales o de naturaleza potencial, así como el gobierno, agencias gubernamentales, y el público”; por lo que estos informes a parte de medir la gestión realizada por las altas gerencias, presentan de forma estructurada la situación financiera, el desarrollo y crecimiento del ente económico; teniendo el derecho y obligación de realizar inspecciones sobre los mismos al momento de presentar inconsistencias e inconformidades.

Los inversionistas y diferentes agentes económicos fijan su mirada en los estados financieros e informes contables, pero ante los Fraudes financieros como: Enron Corporation (Estados Unidos), Parmalat (Italia), Charles Ponzi (Estados Unidos), Barings Bank (Singapur),

Telecomunicaciones WorldCom (Estados Unidos), David Murcia Guzmán – DMG (Colombia) e Interbolsa (Colombia), por citar algunos casos; han generado desconfianza en el público lo cual plantea la necesidad de crear normas y entes tanto nacionales como internacionales para prevenir y detectar fraudes, siendo en auditoria una importante herramienta.

En el plano internacional, se cuenta con la Norma Internacional de Auditoria 810 que dispone “dados los tipos de evidencia disponibles para evaluar los supuestos sobre los que se basa la información financiera prospectiva, puede ser difícil para el auditor obtener un nivel de satisfacción suficiente para expresar una opinión positiva de que los supuestos están libres de representaciones equivocadas, inexactas o confusas, en grado significativo, consecuentemente, en esta NIA, cuando se informa sobre la razonabilidad de los supuestos de la Administración, el auditor proporciona solo un nivel moderado de certeza. Sin embargo, cuando a juicio del auditor se ha obtenido un nivel apropiado de satisfacción, el auditor no está impedido de expresar una opinión positiva respecto de los supuestos”. (Mallo Paulino, et al (2007)

Es justo decir que, la auditoría es eminente, investigativa, analítica, crítica y creativa en todo lo referente a los aspectos contables, administrativos, operacionales, económico y sociales de las entidades económicas, que se fundamentan en la lógica sustentada, en las matemáticas y estadísticas, en la comunicación, en la ética y en la teoría del conocimiento. Debe formular conceptos que correspondan a su esencia, a su propia naturaleza, a su actuación independiente, por lo que se debe comprender que: “Auditar es el proceso de acumular y evaluar evidencia, realizado con independencia y de manera competente acerca de la información cuantificable de

una entidad económica específica, con el propósito de determinar e informar sobre el grado de correspondencia existente entre la información cuantificable y los criterios establecidos”, según la Enciclopedia de la Auditoría.

Dada la complejidad que implica establecer la razonabilidad sobre estados financieros proyectados, e incluso en los consolidados ante las normativas sobre valor razonable, la auditoría puede encontrar en la Lógica Fuzzy la herramienta adecuada para aplicar técnicas de auditoría sobre EE.FF proyectados con el fin de opinar sobre la razonabilidad de estos, como mencionan los autores del artículo, puesto que, la Logica Fuzzy permite calcular las imprecisiones, lo subjetivo y la incertidumbre en los diferentes escenarios planteados.

El método basado en Lógica Fuzzy aplicado por los autores del artículo: “Aporte de la Matemática Borrosa a la Auditoría de Estados Contables Proyectados” trabaja con números borrosos triangulares, definidos como:

Un número borroso triangular (NBT) posee tres valores críticos: un valor central cuyo nivel de confianza α es igual a 1, que representa la situación más posible para el profesional o grupo de profesionales que realizan la proyección; y dos valores externos, mínimo y máximo, cuyos niveles de confianza α son iguales a cero. Es decir, la variable no tomara valores más allá de dichos extremos, siendo estas las situaciones más optimistas y pesimistas para los evaluadores.

En consecuencia, para efectuar las proyecciones se utilizarán exclusivamente NBTs, por lo que bastara con determinar los valores críticos. No obstante, es posible obtener el intervalo de confianza correspondiente a cualquier escala de posibilidad intermedia despejando α de la función de pertenencia.

Por lo tanto la tarea de proyección consistirá en establecer los límites más allá de los cuales no se presentara la variable analizada. A este intervalo se le asigna un nivel de posibilidades igual a cero, y se representa de la siguiente manera: $A\alpha = 0$, o simplemente $A0$.

Posteriormente, los profesionales encargados de efectuar la proyección deberán determinar que magnitud, dentro de $A0$, posee mayores posibilidades de ocurrir, de modo de fijar el tercer valor crítico, es decir, aquel que posee mayor grado de posibilidad de ocurrencia. (Mallo Paulino, et al (2007)

Es claro que el ejercicio contable y de fiscalización puede apoyarse en aplicaciones que facilitan el mismo y que se encuentran al alcance todos los profesionales, para así brindar credibilidad y razonabilidad a la información elaborada y siniestrada a terceros; decimos entonces que la Lógica Fuzzy es una herramienta versátil que integra los diferentes componentes implicados de forma directa e indirecta en el desarrollo de una actividad específica, con resultados acordes a la realidad económica que viven las empresas.

2.2.9. Lógica Fuzzy en Tributaria

Todo país necesita recursos económicos para el sostenimiento y desarrollo social, cultural, ambiental, educativo y demás factores que inciden en el crecimiento sostenible del mismo, haciendo el recaudo a través de impuestos instaurados en directrices y con el apoyo de entes específicos que gestionan y los administran; de modo que, a pesar de las medidas tomadas por los altos mandatarios hay contribuyentes que incumplen con las obligaciones y responsabilidades que se adquieren al momento de realizar transacciones comerciales, uso y goce de un bien

mueble, inmueble o servicio, haciéndose necesario buscar un modelo de medición sobre los dineros que se dejan de recibir.

Si bien es cierto lo anterior, pueden ser muchos los factores de incidencia en el incumplimiento de este deber y los gobiernos buscan los medios que sirvan para medir y conocer las causas que genera la morosidad en el pago de impuestos.

Hablar de varios escenarios da lugar a que el nivel de incertidumbre sea elevado y el grado de probabilidades aumente; dentro de este contexto la Revista Faces, de la Universidad Nacional de Mar del Plata – Argentina, aplica Lógica Fuzzy y un análisis econométrico de regresión múltiple utilizando herramientas estadísticas, con base el comportamiento de los indicadores contables, que permitan dar a conocer la información y los casos específicos sobre la causa de morosidad tributaria en las PyMES de la ciudad de Mar del Plata - Argentina.

A lo largo del anterior trabajo mencionado se ha resaltado la característica esencial de la Lógica Fuzzy como apoyo de medición, actuando de manera multidisciplinaria con resultados positivos; en este caso los autores destacan:

“El aporte de la lógica difusa al estudio de dichos indicadores contribuyen a precisar reglas de comportamiento para el análisis de la morosidad en el pago de tributos por las empresas marplatenses y también, identifica la relación de las entidades con la situación económica financiera de las mismas, lo cual se representa a través de diversos ratios contables”. (Mallo Paulino, et al (2011)

Los sistemas de Inferencia Difusos (SID), dada su flexibilidad, su tolerancia a errores en los datos y su capacidad de operación con funciones no lineales, ni sujetas a presupuestos

estadísticos acerca de las características de los datos, resulta una aplicación complementaria al juicio del experto y a los análisis tradicionales, como en este caso concreto para la evaluación de la morosidad tributaria de las empresas”. (Mallo Paulino, et al (2011)

Ahora bien, el modelo en estilo Sugeno presenta las variables de entrada - independientes, salidas - dependientes, categorías lingüísticas, conjuntos borrosos y funciones de pertenencia asociadas, donde interactúan con las técnicas tradicionales de estadística y los indicadores financieros y contables, se evidencia que este modelo aporta soluciones y deja entrever el impacto causando al momento de realizar una entrada en relación a la obligación tributaria y la morosidad.

Es claro que este modelo puede ser aplicado en diferentes ámbitos, especialmente en entidades financieras.

2.2.10. Lógica Fuzzy en Sistemas de información.

La globalización y la innovación tecnológica han hecho de los sistemas de información la base fundamental de los procesos administrativos para la toma de decisiones, convirtiéndose en la herramienta de apoyo más utilizada en los procedimientos administrativos, económicos, contables y gerenciales para hacerlos más eficientes y eficaces.

Los sistemas de información son de fácil acceso y en las organizaciones custodian y procesan la información de las mismas, adicionalmente, registran, controlan, comunican, desarrollan otras funciones, básicas dentro de las empresas; por lo que se hacen vulnerables a los diversos riesgos informáticos, los cuales se deben medir y evaluar para reducirlos, esto con la ayuda de la Lógica

Fuzzy, metodologías internacionales, gestión de riesgos en los sistemas de información y el juicio de los expertos sobre los sistemas de información.

Alfonso Mateos Caballero y Antonio Jiménez Martín plantean:

U método interactivo analista-experto de elicitación de probabilidades borrosas en el marco de la Teoría de la Probabilidad Lingüística, el establecimiento de una aritmética de números borrosos trapezoidales adecuada, en correspondencia con la Teoría del Cálculo de Probabilidades, la propuesta de una nueva función de similitud de números borrosos trapezoidales que mejora al resto de funciones encontradas en la literatura, el desarrollo de algoritmos recursivos que simplifiquen y automaticen el cálculo de los grados de dependencia de los activos de soporte de información con respecto a los activos terminales, y finalmente, el establecimiento de técnicas de optimización metaheurística y de programación matemática en la selección de salvaguardas y controles del sistema de información. (Cestero Eloy Vicente, 2013. Un enfoque borroso para el análisis y la gestión de riesgos en sistemas de información.)

Es así como se plantea un método de medición sobre las probabilidades e incertidumbre de los riesgos que afectan los sistemas de información, basándose en la Lógica Fuzzy y los números borrosos trapezoidales, que permiten valorar los impactos causados por los riesgos informáticos.

2.3. Síntesis referencial

En el presente trabajo se deja en evidencia la alta dependencia de expertos para poder valorar en el uso de la Lógica Fuzzy, lo cual sin lugar a dudas le imprime un alto grado de subjetividad a los resultados de medición, que si bien los autores exponen que los sesgos que se presenten por

los niveles de experticia de los funcionarios en la medición Fuzzy, no queda claro cómo se puede hacer uso de esta importante herramienta ante la ausencia de expertos o ante bajos niveles de experticia, dadas las novedades de los campos de trabajo o la especificidad de un fenómeno de poca ocurrencia o conocimiento general; situación que implica complementar el modelo de Lógica Fuzzy con otras variantes que sustituyan el factor de experticia.

Se destaca en las diferentes revisiones la sencillez del modelo de Lógica Fuzzy basado en números borrosos triangulares, números borrosos trapezoidales y conjuntos borrosos, sin embargo, el uso de la herramienta se hace complejo en el campo de aplicación en sí al depender de la capacidad de quien la está aplicando para identificar las variables y la definición de los subconjuntos borrosos con base en esas variables. De hecho, al suponer que el modelo descansa en expertos esto quedaría solucionado, pero la dificultad radica en que no siempre y para todos los campos o si se presentan novedades se encuentran expertos o los expertos están muy dispersos y dificulta la colaboración para la aplicación, en lo cual no es claro el modelo Fuzzy.

Se resalta la importancia de la aplicación de la Lógica Fuzzy como complemento de métodos tradicionales de medición y valoración, sin embargo, no se da claridad en el peso de participación de una y otra.

Al ser el propósito del presente trabajo el reconocimiento de la aplicación de la Lógica Fuzzy en las Ciencias Contables como base para avanzar en la valoración de Intangibles, la revisión documental ha dejado claro que es poco lo que se ha realizado en los países de habla hispana, lo cual convoca a adelantar investigaciones en este campo, si se tiene en cuenta que la globalización contable está conduciendo a la financialización de la información, relegando de la estructura de la información contable de las empresas aspectos importantes de su contexto económico, social y ambiental, fundamentales en la definición de la responsabilidad social o sostenibilidad de estas, y

de gran exigencia por la sociedad moderna ante las preocupaciones por la incertidumbre que los problemas sociales y ambientales imponen al futuro del planeta.

De hecho, se ha entrado en la era de la responsabilidad social empresarial y corporativa y de producción sostenible para atender las manifestaciones sociales en los diferentes países del mundo que ha generado como consecuencia importantes organizaciones promotoras a nivel mundial como GRI, ETHOS, ISO 26000, entre otras, con el fin de orientar y estandarizar las prácticas que conduzcan a cambios trascendentales en los sistemas empresariales para reducir la incertidumbre, inequidades y desigualdades sociales, lo que obliga a buscar instrumentos y herramientas que evidencien los esfuerzos planteados por estos organismos, en lo cual los sistemas de información contable son los llamados a apropiarse de elementos que revelen las realidades empresariales frente a su contexto.

En efecto, la finalización contable revela la dinámica de intercambio de bienes y servicios empresariales de trascendencia en el desarrollo del mercado a escala mundial, facilitando así no solo el comercio sino integraciones, fusiones o absorciones empresariales, además desconoce elementos cualitativos y algunos cuantitativos que fundamentan el desarrollo empresarial y los impactos en el contexto.

Para terminar, es evidente que la globalización y libre comercio conducen al fortalecimiento de empresas cuyo valor real no depende exclusivamente de las inversiones sino de factores cualitativos o intangibles que son los que conducen a la eficiencia, eficacia y al mismo éxito, lo cual debe ser reconocido como parte de su estructura financiera, medible y valorable.

3. Metodología del Proyecto

3.1. Tipo de Investigación (Descriptivo)

De acuerdo al tipo de investigación, la metodología más adecuada para desarrollar la presente propuesta es el *Diseño Bibliográfico*; donde se consultaron datos nacionales e internacionales en diferentes artículos, tesis, investigaciones y demás fuentes que contribuirán en la recopilación de información suficiente y competente para dicha investigación; de esta manera se, recopilaron, analizaron, clasificaron como base para la creación de un modelo de medición del capital intelectual con base en la lógica borrosa.

3.2 Método Investigativo

Con base en las características de la investigación, luego de hacer una revisión de los referentes que soportan la misma y una vez realizada la propuesta metodológica, se aplica el método analítico para evaluar la incidencia de la misma.

Este ejercicio de constante reconstrucción permitió validar con mejores resultados la metodología, a la vez que no se ve afectada la validez interna de la investigación.

Conclusiones

La importancia del presente trabajo radicó en agrupar de manera sintética los diferentes aportes que se han hecho desde la Lógica Fuzzy para el desarrollo empresarial, lo cual repercute de alguna manera en el campo de la Ciencia Contable por ser esta la que, en síntesis, evidencia el comportamiento empresarial desde los procesos y cambios en la Información Financiera.

Si bien la Lógica Fuzzy se ha estado posicionando día a día en el mundo empresarial y económico como una importante herramienta que complementa los modelos tradicionales de valoración y medición para reducir incertidumbres y minimizar riesgos en la toma de decisiones, queda un importante recorrido para mejorar el uso y hacer más eficientes los sistemas de

información que, frente a los propósitos de desarrollo y la globalización, obliga los análisis socioambientales como importante contexto empresarial en busca de un mejor futuro.

Del barrido realizado sobre literatura del uso de la Lógica Fuzzy en idioma español se resalta la tendencia al uso de esta importante herramienta en la toma de decisiones empresariales y proyecciones financieras, quedando mucho por recorrer en el campo de las ciencias contables, concentrándose la mayor producción de documentos en España, lo cual deja entrever la poca investigación en esta importante herramienta en Latinoamérica.

La Lógica Fuzzy aunque es una herramienta que empezó a utilizarse en las ingenierías, se ha ido posicionando día a día en el mundo empresarial y económico; por lo que es necesario seguir investigando sobre la aplicación de la Lógica Fuzzy en las ciencias económicas, administrativas y contables.

Referentes Bibliográficos

Agüero Carlos Fernando, Cuesta Ignacio y Moya Collados David, (2008). Valoración de inmuebles mediante técnicas de lógica difusa. Recuperado a partir de

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/2952/3269>

Aguirre Ramírez, Jefferson Joao. 2010. Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software.

Tesis de grado obtenido en línea de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1883/1/80731095.2010.pdf>

Andrade & Vanti (2012). La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la

- toma de decisiones. Lámpsakos, Vol.(8) PP. 47 – 53.
- Andrade & Vanti, julio-diciembre de 2012. La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la toma de decisiones. Lámpsakos, Vol.(8) PP. 47 – 53.
- Bart Kosko. El futuro borroso o el cielo en un chip- Bart Kosko – Googe Libros, s.f
- Bernal y Otros, (2004). Modelo de predicción de la vida útil de la edificación patrimonial a partir de la lógica difusa. Informes de la Construcción, Vol. 66, 533, e006, enero-marzo 2014.
- Canós Darós Lourdes, (s.f.). Gestión de recursos humanos basada en la lógica borrosa.
- Capcha Carbajal Jesús, Epistemología y valoración de los activos intangibles. (s.f.). Recuperado a partir de <http://ciberconta.unizar.es/LECCION/metrologia/METROLOGIA.pdf>
- Carreón, Santoyo, & Romero, (2014). Las distancias de Hamming y Euclides como elementos estratégicos en las contrataciones empresariales en la incertidumbre.
- Centeno Raquel & Manuel José Serafin Plasencia. 2007. Modelo difuso de consenso entre valuadores para avaluó de bienes inmuebles usando el enfoque del mercado. Recuperado a partir de <http://eprints.ucm.es/9042/1/TC2008-2.pdf>
- Cestero Eloy Vicente, 2013. Un enfoque borroso para el análisis y la gestión de riesgos en sistemas de información. Recuperado a partir de http://oa.upm.es/19054/2/TESIS_MASTER_ELOY_VICENTE_CESTERO.pdf
- Coello Coello Carlos A. & Castillo Tapia Ma. Guadalupe, Uso de Técnicas de Inteligencia Artificial para Aplicaciones Financieras s.f. Recuperado a partir de delta.cs.cinvestav.mx/~ccoello/journals/finanzas.pdf.gz
- Delgado & Cofré., s.f. Propuesta de un modelo de cuantificación del rendimiento laboral mediante Lógica Fuzzy

- Espín Andrade Rafael & Vanti Adolfo Alberto, (2005). Administración lógica: un estudio de caso en una empresa de comercio exterior. BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos 2(2):69-77, maio/agosto 2005
- Fabián Alberto Castiblanco Ruiz, enero-diciembre de 2003. La incertidumbre y la subjetividad en la toma de decisiones: una revisión desde la lógica difusa. Lúmina, pp. 116-140
- García, Félix Benjamín, & Bello Pérez, (2014), Evaluación del impacto de la capacitación con lógica difusa. Ingeniare. Rev. Chil. Ing. Vol.22 No.1 Arica ene. 2014
- García María Antonia & Roselló Micaela, La lógica borrosa para valorar la incertidumbre en la técnica de valoración de opciones reales, s.f. Recuperada a partir de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2499409.pdf>
- Gaona F. & Morales J, s.f., Un acercamiento a los modelos de negocios en condiciones de competitividad: un análisis lógico.
- Gil, J. (2012). La contabilidad: su contenido proyectivo en el contexto de las predicciones. Contaduría Universidad de Antioquia, 60, 95-117.
- Godínez López Roberto, Modelo de un sistema experto a partir de la aplicación de la lógica difusa, para ayudar en las decisiones bursátiles. Revista electrónica de Divulgación de la investigación. Vol. 01, junio – noviembre 2011
- Jaime Gil Aluja, 2005. La matemática borrosa en economía y gestión de empresas. Curso Interuniversitario “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas
- Juan Carlos Gutiérrez Betancur (2006). Aplicación de los conjuntos borrosos a las decisiones de inversión. AD-MINISTER Universidad EAFIT Medellín, Número 9 jul - dic, pp. 62-85.
- Hammi Abdelhamid, (2014). Control financiero interno bajo incertidumbre: control de gestión de liquidez. Recuperado a partir de

http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/287898/ABDELHAMID_HAMMI_TESIS.pdf?sequence=1

Herrera & Osorio, (2006). Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP Difuso. Estudios Gerenciales. Vol.22 No.99, Cali Abr.-Jun 2006.

Herrera López Francisco, (2013). Método de selección de personal de competencias basado en Lógica Difusa. Recuperado a partir de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/605/1/RI000091.pdf>

Laura Patricia Peñalva Rosales, Febrero 2000. Propuestas de lógica difusa para la toma de decisiones, Redalyc, Vol. (13) pp. 97-112.

López, L. M. P., Marín, J. P., & Díaz, R. A. A. (2012). Cambios en el mundo económico actual a partir de la lógica difusa. InfoCiencia, 16(3), 1-12.

Lozano Gutiérrez, M.C & Fuentes Martín, F. (2004). El valor de la marca y el valor de la empresa de internet. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 10, N° 1,2004, pp. 111-133, ISSN: 1135-2523)

Lozano Gutiérrez M^a Carmen & Fuentes Martín Federico, s.f.) Recuperado a partir de <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/clg-ffm/3.pdf>

Mallo Paulino, Artola María Atonia, Morettini Mariano, Galante Marcelo, Pascual Mariano & Busetto Adrian. (2008). Valuación de activos intangibles con matemática difusa y su adecuación a normas contables españolas e internacionales. Estudios de Economía Aplicada, Vol. 26-2. Recuperada a partir de <http://nulan.mdp.edu.ar/1272/1/01177.pdf>

Mallo Paulino, Artola María Atonia, Morettini Mariano, Galante Marcelo, Pascual Mariano & Busetto Adrian. (2011). Determinar la morosidad tributaria en Mar del Plata. FACES No 36-37, enero – diciembre.

Martinez Carlos, 2007. Uso de las Técnicas de Preprocesamiento de Datos e Inteligencia Artificial (Lógica Difusa) en la Clasificación/Predicción del Riesgo Bancario. Recuperado a partir de

http://iies.faces.ula.ve/CDCHT/CDCHT_E2170309B/PREGRADO/TESIS_CARLOS_MARTINEZ.pdf

Medina Hurtado Santiago, Zuluaga Laserna Esteban, López Pedroza Daniel & Granda Fabián, (2010). Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa. Marzo. Recuperado a partir de

<http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v23n40/v23n40a03>

Medina Hurtado Santiago & Manco Oscar, 2007. Diseño de un sistema experto difuso: evaluación de riesgo crediticio en firmas comisionistas de bolsa para el otorgamiento de recursos financieros. Estudio Gerencial. Vol.23 No.104 Cali, Julio/Septiembre 2007

Medina Hurtado, Santiago; Paniagua Gómez, Gisela. Modelo de inferencia difuso para estudio de crédito, Dyna, vol. 75, núm. 154, marzo, 2008, pp. 215-229)

Mendoza Saboya Liliana Adriana, (mayo de 2009), Sistema de lógica difusa. Una aplicación a la percepción empresarial.

Mijangos Olga, Valdés Francisco y Linares Marco, 2015. Recuperado a partir de

http://www.ecorfan.org/proceedings/CTI_II/9.pdf

Mónica Aguiar (s.f.) La importancia de una adecuada gestión de Activos Fijos en su negocio. Ey.

Recuperado a partir de

[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Adecuada_gestion_Activos_Fijos/\\$FILE/Adecuada_gestion_activos_fijos.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Adecuada_gestion_Activos_Fijos/$FILE/Adecuada_gestion_activos_fijos.pdf)

Morello Hernán Javier, 2015. Lógica Borrosa aplicada a las finanzas. Valuación de proyectos.

Recuperado a partir de

[http://www.jatic2015.ucaecemdp.edu.ar/trabajos/1.8.Logica Borrosa aplicada a las finanzas. Valuacion de proyectos.pdf](http://www.jatic2015.ucaecemdp.edu.ar/trabajos/1.8.Logica_Borrosa_aplicada_a_las_finanzas_Valuacion_de_proyectos.pdf)

Muñoz Restrepo Carlos Alberto (2014). La inteligencia artificial y la contabilidad. Lógica borrosa y representación del conocimiento. Lúmina 15 Diciembre – Enero, pp. 116-140

Paulino Eugenio Mallo & Otros, 2004. Valuación de Empresas con Técnicas Borrosas. Medición del valor de las empresas. Utilización de la información contable. Recuperado a partir de <http://nulan.mdp.edu.ar/920/1/00170.pdf>

Quischpe Goyes Blanca & Soria Ayala Juan Francisco, 2014. Valoración del riesgo financiero a través de la teoría de cópulas y diseño de un sistema de control difuso de calificación para instituciones del sistema financiero regulado ecuatoriano.

Restrepo Morales Jorge Anibal & Vanegas Juan Gabriel (2015). Internacionalización de las pymes: análisis de recursos y capacidades internas mediante lógica difusa)

Rico, M.A. y Tinto, J. (2008). Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables. Contaduría Universidad de Antioquia, 52, pp199-214. Recuperado a partir de <http://webdelprofesor.ula.ve/economia/ajhurtado/lecturasobligatorias/Matem%E1tica%20borrosa.pdf>

Rico F., Marco A.; Tinto A., Jaime. (2010). Herramientas con base en subconjuntos borrosos. Propuesta procedimental para aplicar expertizaje y recuperar efectos olvidados en la información contable. Actualidad Contable FACES Año 13 N° 21, Julio- Diciembre 2010. Mérida. Venezuela (127-146)

- Rivera Rodríguez Gabriel Alirio, (2015). La lógica fuzzy como posible herramienta de medición y valoración del valor razonable en activos intangibles. Revista Saber, Ciencia y Libertad, Vol. 10, Núm. 2
- Roja Cano Maria Camila (2014). Sistema de costeo basado en actividades y lógica difusa. Recuperado a partir de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xix/docs/7.03.pdf>
- Rodríguez Molina Manuel (2009). “Lógica Difusa como herramienta para interpretar datos de producción limpia en el sector agrícola. IDESIA Vol. 27, N° 3, Septiembre – Diciembre, pp 101-105.
- Rosker E. y Maldonado C., Diciembre de 2010. Mercado con base en las ciencias de la complejidad y la lógica difusa. Recuperado a partir de http://www.carlosmaldonado.org/articulos/DI83_Admon_web.pdf
- SABER-ULA, Universidad de Los Andes – Mérida – Venezuela: Identificación de las causas en el diagnóstico empresarial mediante relaciones Fuzzy y el BSC, s.f. Recuperado a partir de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/38761>
- Santana Jiménez, Lisette, Una aplicación de la lógica difusa a la evaluación del balance de riesgos de la inflación y del crecimiento macroeconómico. Ciencia y Sociedad, vol. 38, núm. 3, 2013, pp. 497-514
- Serna, Serna & Ortega, (2012) Metodología del modelo de estudio. Tomado de “La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la toma de decisiones”, por Serna, Serna & Ortega, 2012a.
- Vergara & Gaviria, 2009. Aplicaciones de la lógica difusa en la planificación de la producción. Recuperado a partir de http://www.bdigital.unal.edu.co/805/1/92032636_2009.pdf