

## Área Temática: Finanzas

### ESTADO ACTUAL DE LAS APLICACIONES DE LA LOGICA DIFUSA EN EL PROCESO DE VALORACION DE EMPRESAS



Yuly Andrea Franco Gómez. Estudiante de Especialización en Finanzas, Universidad del Rosario; Contaduría Pública, Universidad La Gran Colombia. Editora Revista Hilando Cuentas de la Universidad la Gran Colombia, facultad de Contaduría. Joven Investigadora del semillero de investigación ICOLDI:

Investigación Contable y Lógica Difusa. Email: [yulyandrea.franco@ulagrancolombia.edu.co](mailto:yulyandrea.franco@ulagrancolombia.edu.co).  
Teléfono: 310-2491899 Bogotá-Colombia.

“Solo el necio confunde  
El valor con precio”  
Antonio Machado

#### INDICE

Resumen .....	2
Abstract .....	3
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN .....	4
1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.2. Formulación del problema.....	5
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	6
CAPITULO 2: MARCO TEORICO .....	6
2.1. La valoración empresarial .....	6
2.2. Métodos de valoración: incertidumbre y subjetividad.....	8
2.3. Una nueva forma de abordar el conocimiento: la lógica difusa. ....	13
2.3.1. Operaciones con los conjuntos borrosos.....	19
2.3.2. Los Números Borrosos .....	20
CAPITULO 3: HIPOTESIS .....	22

3.1. Hipótesis .....	22
CAPITULO 4: METODOLOGIA.....	22
4.1. Metodología.....	22
CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSION .....	23
5.1. Lógica difusa y valoración .....	23
5.1.1. Valoración de intangibles .....	23
5.1.2. Aportes al valor de la empresa.....	24
5.1.3. Flujo de caja difuso.....	25
5.1.4. Tasa de interés difusa .....	26
CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## Resumen

El propósito de este documento es destacar y presentar el estado actual de la incorporación de la teoría de la lógica difusa en el proceso de valoración de empresas como una herramienta que permite modelar la incertidumbre, la subjetividad y la vaguedad latente en el desarrollo de dicho proceso. Se busca resaltar la importancia de esta herramienta matemática y presentar un panorama general de su aplicación en el proceso de valoración.

Para lo anterior, en la primera parte se presentan algunos modelos utilizados en la valoración de empresas, destacando los aspectos y elementos que se hayan permeados por la incertidumbre, la vaguedad y la subjetividad durante el proceso de valoración. Posteriormente se realiza un acercamiento a la teoría de lógica difusa, resaltando sus fundamentos y conceptos esenciales. Finalmente se presentan los trabajos desarrollados entorno a la aplicación y aportes de la lógica difusa en algunos elementos propios del proceso de valoración y se resaltan las herramientas empleadas. Algunos de los elementos más representativos del proceso de valoración a abordar son: flujo de caja, tasa interna de retorno, valoración de intangibles y toma de decisiones en la valoración.

**Palabras Clave:** lógica difusa, flujo de caja, valor, incertidumbre, subjetividad, vaguedad.

## **Abstract**

The aim of this document is to highlight and present the current state of incorporation of the theory of fuzzy logic in the process of business valuation as a tool to model the uncertainty, subjectivity and latent vagueness in the development of this process. It seeks to highlight the importance of this mathematical tool and provide an overview of its application in the valuation process.

For this, in the first part some models used in the valuation of companies, highlighting the aspects and elements that have permeated by uncertainty, vagueness and subjectivity in the assessment process are presented. Then an approach to the theory of fuzzy logic is performed, highlighting its fundamentals and essentials. Finally the developed work environment and contribute to the implementation of fuzzy logic in some elements of the assessment process are presented and the tools used are highlighted. Some of the most representative elements of the assessment process to address are: cash flow, internal rate of return, valuation of intangibles and decision making in the assessment.

**Keywords:** fuzzy logic, cash flow, value, uncertainty, subjectivity, vagueness.

## CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Las organizaciones se desarrollan bajo diferentes objetos sociales, dentro de los cuales se encuentran la prestación de servicios, la comercialización o la producción. Independiente de dicho objeto social, cada organización crea, genera o construye un *valor*, es decir, una estimación que refleja el potencial y los elementos constitutivos de la misma. Tal valor regularmente es expresado en términos monetarios y se encuentra determinado por elementos distintivos como son: el personal, la propiedad planta y equipo, los activos intangibles (goodwill, know how, entre otros), la estructura jerárquica, las instalaciones físicas, entre otros.

Determinar el valor de una organización implica llevar a cabo un proceso integral y ético; proceso que debe contemplar y reflejar todos los elementos que constituyen la organización y establecer un valor justo, según los fines para los cuales se ha establecido dicho proceso. Como afirma Sequeda frente al proceso de valoración “todos estos aspectos los debemos asumir, conocer, saber que pueden afectar nuestros criterios, entonces se deben manejar y separar para que no nos afecten los resultados finales, en busca de que sean totalmente transparentes, libres de sesgo e intereses” (2014, pág. 108). Establecer el valor de una organización tiene entre algunos objetivos analizar, planificar y estructurar correctivos o seguimientos para el apropiado funcionamiento organizacional; realizar diversas operaciones estratégicas como pueden ser, inversiones, incursión en nuevos mercados, salidas a bolsa, identificación y jerarquización de los incursores de valor.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Existen diversos métodos para realizar la valoración de organización. Algunos métodos emplean información contable en el cual se analizan las cuentas del balance o las cuentas del estado de resultados. Otros métodos incluyen juicios o estimaciones sobre el futuro desarrollo de la organización, en los cuales, la subjetividad se convierte en un factor determinante del valor de la organización.

Frente a los métodos anteriores se destacan algunas problemáticas particulares. El considerar estimaciones y juicios sobre hechos futuros de la organización, implica la necesaria identificación de dos factores inherentes: la incertidumbre y la subjetividad, hecho que no es contemplado ampliamente en los métodos de valoración existentes. Por lo anterior, se busca plantear una

metodología basada en una herramienta proveniente de las matemáticas denominada lógica difusa, la cual permita subsanar en un alto grado las problemáticas planteadas.

## **1.2. Formulación del problema**

En los métodos de valoración de empresas se evidencia variables cargadas de incertidumbre y subjetividad, frente a esta situación se desea conocer e indagar sobre los alcances que ha tenido la teoría de la lógica difusa en el tratamiento de dichos aspectos.

¿Cuáles son los aspectos de la valoración de empresas y en qué estado actual se encuentran los desarrollos dados por la lógica difusa como herramienta que permite contemplar y tratar la incertidumbre, subjetividad y vaguedad?.

## **1.3. Justificación**

El presente documento es el resultado de los primeros avances del proyecto de investigación denominado, *Una Perspectiva Para La Valoración De Empresas Desde La Metodología Fuzzy*, el cual se encuentra en desarrollo bajo la modalidad de joven investigador en la universidad la gran Colombia y busca proponer un conjunto de herramientas a partir de la lógica difusa que permita la valoración de organizaciones contemplado el tratamiento de las variables cargadas de incertidumbre y subjetividad.

Las empresas deben ser valoradas de manera eficiente y eficaz de tal manera que les permita monetizar, proyectar, analizar y tomar decisiones estratégicas para su: sostenimiento, adecuada estimación y precisión en las transacciones. Dentro los métodos para llevar a cabo el proceso de valoración empresarial, se analizan algunos aspectos que validan la necesidad de revisar los avances frente a la presencia y tratamiento de la incertidumbre y la subjetividad en el proceso, entre ellos encontramos:

1. Se utilizan métodos donde, solo se analiza el activo, o el pasivo, o el balance general, sin contemplar unificadamente todos los elementos contables y generales de la organización.
2. Algunos métodos de valoración utilizan las herramientas contables como fuente de información de hechos pasados, sin tener en cuenta el posible desarrollo futuro de las mismas.
3. Otros métodos ya enfocados en posibles hechos futuros como el método de valoración por descuentos de Flujos donde realizan proyecciones y estimaciones de la organización,

presentan debilidad en el análisis y la estimación por el desconocimiento de hechos futuros.

Lo anterior se resume en la existencia de métodos que no contemplan la incertidumbre de hechos futuros, métodos cargados de subjetividad basados en estimaciones o juicios de valor. Dado estas circunstancias se presenta una extensión de las matemáticas, la lógica difusa como herramienta de control y apoyo en la valoración empresarial.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- ✓ Elaborar una revisión teórica de los trabajos expuestos en el proceso de valoración bajo metodologías Fuzzy.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar los métodos existentes en el proceso de valoración de organizaciones reconociendo los factores en los cuales se contemplan aspectos como la incertidumbre, subjetividad y vaguedad.
- ✓ Elaborar un acercamiento de la lógica difusa y algunos elementos constitutivos a la teoría de subconjuntos borrosos.
- ✓ Consultar las diversas aplicaciones y aportes que se han llevado a cabo con la teoría de la lógica difusa, considerando aspectos particulares en el cálculo del valor de la organización, como son: el flujo de caja, la tasa interna de retorno, valoración de intangibles, entre otros.
- ✓ Presentar la importancia y aportes de la lógica difusa en el proceso de valoración de organizaciones, incorporando dicha herramienta en el proceso de valoración.

## **CAPITULO 2: MARCO TEORICO**

### **2.1. La valoración empresarial**

El proceso de valoración se define como el proceso mediante el cual se busca asignar un valor<sup>1</sup> a un objeto, buscando de determinar el grado de beneficio que representa este objeto a los usuarios

---

<sup>1</sup> El concepto valor cuenta con variedad de definiciones de acuerdo a Cruz Pérez en donde indica “Podemos decir que existen tantas definiciones del concepto de valor como concepciones o teorías sobre el mismo”. (2008, pág. 107), una de las definiciones que él cita de (Quintana, 1998) y se hace acorde con el proceso de valoración es: “Valor es

o propietarios. En el caso particular de las organizaciones se considera como el proceso por el cual se le asigna el valor económico. Dicho proceso se desarrolla con base en: la información histórica, la planeación estratégica, las proyecciones de crecimiento, el comportamiento esperado de los componentes organizaciones y la estimación de las actividades. En palabras de Santandreu & Tórees la valoración se puede definir como “[...] la expresión monetaria de los elementos que componen el patrimonio de la misma, de su actividad, su potencialidad o de cualquier otra característica, tangible o intangible que la haga destacable”. (2012, pág. 116).

Para iniciar dicho proceso se debe responder adecuadamente ¿Cuál es el propósito de valoración? ¿Hacia quien va dirigida la valoración?. El proceso de asignación de valor a una organización cumple con diversos objetivos de acuerdo con lo que desean alcanzar los inversionistas, propietarios o el máximo órgano administración. Algunos objetivos para los cuales se valora la organización serian: la venta o compra de una organización, de forma total o parcial; fusión con otras empresas; reestructuraciones; cotización en bolsa; salida de la bolsa; apertura de nuevos mercados; toma de decisiones estratégicas; entre otras.

La valoración de empresas no debe ser confundida con la asignación del precio de la transacción entre las partes en el mercado, si se logran distintos valores es bajo los diferentes propósitos con los que se realiza la valoración, las diferentes perspectivas del futuro de los factores económicos, factores administrativos, etc.

El proceso de valoración de empresas esta dado bajo diversos métodos, así como lo presenta Fernández en seis grandes grupos: 1) Balance, 2) Cuenta de Resultados, 3) Mixtos, 4) Descuentos de flujos, 5) creación de valor y 6) opciones, (IESE business School, 2008). Ver tabla No 1.

Fernández presenta en su documento una explicación general de los cuatro primeros métodos mencionados. Enfatiza su aporte en los métodos basados en el descuento de flujos y el método de valor de liquidación métodos que él define como “Conceptualmente correctos” (2008, pág. 1) dado que estos se encuentra en ambientes de proyección y estimación del desarrollo y crecimiento de la empresa, contemplando posibles hechos de ocurrencia, no solo recurriendo a información histórica, si no adicionando información de la visión organizacional.

---

una cualidad abstracta y secundaria de un objeto que consiste en que, al satisfacer la necesidad de un sujeto, suscita en este un interés (o un aversión) por dicho objeto”.

Tabla 1 Principales Métodos De Valoración<sup>2</sup>

BALANCE	CUENTA DE RESULTADOS	MIXTOS (GOODWILL)	DESCUENTO DE FLUJOS	CREACIÓN DE VALOR	OPCIONES
Valor contable	Múltiplos de: Beneficio: PER	Clásico	Free cash flow	EVA	Black y
Valor contable	Ventas	Unión de expertos	Cash flow acciones	Beneficio económico	scholes
ajustado	EBITDA	Contables europeos	Dividendos	Cas Value added	Opción de invertir
Valor de liquidación	Otros múltiplos	Renta Abreviada	Capital cash flow	CFROI	Ampliar el proyecto
Valor sustancial		Otros	APV		Aplazar la inversión
Activo neto real					Usos alternativos

Fuente: (Fernández P. , IESE business School, 2008, pág. 1)

Bajo la descripción de los métodos presentados por Fernández y otros autores se identifican las variables y procedimientos enmarcados por la incertidumbre, subjetividad y vaguedad.

## 2.2. Métodos de valoración: incertidumbre y subjetividad.

Dado el propósito de incorporar de la teoría de la lógica difusa en el proceso de valoración de empresas, se revisan algunos métodos de valoración en los cuales algunas variables y conceptos se encuentran cargados de incertidumbre, subjetividad y vaguedad. No se entra en explicar a detalle cada uno de los métodos por no ser el propósito del trabajo.

### Métodos del balance

Estos métodos se desarrollan a través de la información histórica contenida en el balance general de la organización, determinado el valor de la empresa a través de sus activos. Estos métodos no estiman ni contemplan lo que podría tener o generar la organización en un futuro y así su respectiva utilidad y generación de valor; no hace previsiones ni proyecciones de la ocurrencia de

<sup>2</sup> Para conocer una ampliación de los métodos de valoración consultar: Pablo Fernández (2008), *Métodos de valoración de empresas*.



posibles hechos dentro y fuera de la organización que afecten en valor de la organización más adelante en el tiempo, es decir, no se contemplan ambientes de incertidumbre<sup>3</sup>. Como lo afirma Fernández “proporcionan el valor desde una perspectiva estática [...] no tiene en cuenta la posible evolución futura de la empresa, el valor temporal del dinero ni otros factores que también le afectan como pueden ser: la situación del sector, problemas de recursos humanos, de organización, contratos, etc.” (2008, pág. 3)

#### Métodos de cuenta de resultados

Estos métodos están basados en los resultados de la organización, se determina el valor de está a través de los beneficios y ventas reflejadas en el estado de resultados.

Uno de los métodos de la cuenta de resultados es *Valor de los beneficios PER*<sup>4</sup>, el cual calcula el valor de las acciones a través del beneficio neto anual multiplicado por el PER.

Otro método es *Valor de los dividendos*, el cual determina el precio de la acción entre los dividendos por acciones repartidos en la empresa (DPA) sobre la rentabilidad esperada por los accionistas ( $K_e$ )<sup>5</sup>, es decir, este método refleja los dividendos esperados de la acción.

A simple vista estos métodos utilizan valores tomados del estado de resultados, pero adicionalmente necesitan de una proyección en el tiempo. Dicha estimación en el tiempo es definida a perpetuidad y con un crecimiento constante. Falencia cometida al pretender que los flujos, las tasas, entre otros, crecen de manera constante, debido a la mutación que el mundo está sufriendo; lo que es evidente hoy puede no serlo en un futuro.

Otro método bajo cuenta de resultados es el *Múltiplo de ventas*, el cual consiste en calcular el valor de la empresa multiplicando las ventas por un factor del mercado (multiplicador de mercado). Autores como Manuel Pereyra no recomiendan este método dado la volatilidad del mercado, en sus propias palabras “[...] la inestabilidad del mercado latinoamericano provoca que

<sup>3</sup> Entiéndase incertidumbre como el ambiente donde la información es muy escasa para la toma de decisiones, en este se conocen las interacciones de las variables del problema pero no se puede realizar la asignación de probabilidades a los resultados que se podrían llegar presentar.

<sup>4</sup> Price Earning Ratio, este se obtiene dividiendo el precio de la acción (expresada en el mercado bursátil) entre el beneficio neto anual después de impuestos.

$$PER = \text{Precio} / \text{Beneficio por acción}$$

<sup>5</sup> ( $K_e$ ) también conocido como Coste de los recursos propios.

en el corto plazo las oscilaciones de los flujos de fondos de las empresas sean verdaderamente significativos” (2008, pág. 13). Método que al no completar las volatilidades que se presentan en el mercado, en la economía y en la sociedad no reflejara la realidad y una valoración adecuada.

No debe dejarse atrás este método por su volatilidad, al contrario deben incorporarse herramientas que permitan mejorar su proceso, abriendo los criterios de operación, captando mayor información a través de recolección de datos y observando la volatilidad de las variables.

### Métodos Mixtos (Goodwill)

Los métodos mixtos están basados en el fondo de comercio o más conocido como Goodwill, definiéndose como el valor adicional que se tiene en el valor contable (libros) o del valor contable ajustado. Estos métodos abarcan dos puntos de vista para la valoración, el primero es realizar una valoración a través de los activos de la empresa (información pasada, estática) y el segundo analizar la generación de beneficios futuros de la organización.

En la generación de beneficios futuros se contemplan los tres elementos de la problemática a tratar, primero la *subjetividad* en donde el valorador, el accionista o quienes intervengan en este proceso darán las apreciaciones tanto subjetivas como objetivas del proceso que se espera de la organización. Los sujetos interpretan la realidad y plantean estimaciones indicando que cierta situación futura puede ser mejor o no que otra, este hecho subjetivo, adquiere gran valor, pero mejor aún, puede someterse dicha valoración a todos los mecanismos de una nueva lógica a través de uno de sus conceptos más brillantes, los conjuntos difusos. Segundo la *incertidumbre* en donde se carece de un conocimiento claro, confiable y evidente de un hecho que ocurrirá en el futuro, en donde no es certera la obtención de un beneficio. Y por último este modelo contempla términos *vagos*<sup>6</sup>, es decir, términos que no son precisos ni comprensibles de igual manera por todas las persona. Por ejemplo ¿Que tan beneficiosa resultará la compañía? El término beneficiosa resulta siendo vago, debido a que no se conoce con exactitud a lo que se refiere.

### Métodos por descuento de flujos

---

<sup>6</sup> “[...] aquellos términos que tienen límites borrosos de aplicación, o bien porque sus límites son *teóricamente* imposibles de precisar, o bien o porque cualquier precisificación seguirá dejando un margen de casos indeterminados de aplicación” (Romerales, 2002). Algunos términos vagos pueden ser, mucho, poco, bastante, rico, alto, etc.

Estos métodos buscan establecer el valor de la empresa a través de estimaciones de flujos futuros de dinero. Este proceso consiste en descontar una tasa apropiada según el riesgo de dichos flujos. Estos métodos realizan pronósticos de las partidas financieras de la organización como son: los costos de ventas, la cartera, los pagos, el manejo de materias primas, los gastos administrativos, entre otros.

La precisión de estos métodos se ve afectada por aspectos enmarcados de incertidumbre y subjetividad, elementos que se encuentran inmersos en el proceso de la estimación y más cuando a ello se le debe incorporar la estimación de presupuestos, presupuestos que resultan contener información fluctuante e incierta por el desconocimiento de su ocurrencia. Para dicho presupuesto se debe contemplar y modelar la incertidumbre presentada en su estimación, como Castiblanco lo confirma a través de Duran-Vargas “un presupuesto se prepara con valores futuros estimados y por tanto, debe tener en cuenta la incertidumbre, que es consecuencia de la limitada información disponible para la toma de decisiones”. (Castiblanco, 2014, pág. 205).

Un método por descuento de flujos es el flujo de fondos libres (FCF) por su nombre en inglés (free cash flow): flujo generado a partir de las operaciones de la empresa (sin contemplar el endeudamiento financiero) después de impuestos, es decir, la organización no incurrirá en financiaciones y centra su importancia en el rendimiento económico de los activos después de impuestos (Fernández P. , 2008). Este método consiste en elaborar un presupuesto del dinero que se espera recibir y pagar en cierta cantidad de tiempo, de igual forma al realizar esta estimación se involucra la incertidumbre, la subjetividad y vaguedad en la determinación de los valores en las partidas financieras de ingresos, costos y gastos.

Otro método es el flujo de fondos disponible para las acciones (CFac): es el flujo resultante después de cubrir las reinversiones en activos fijos y las necesidades operativas de fondos (NOF), para determinar dicho flujo se debe proyectar nuevas deudas y nuevas formas de financiamiento.

En vista de lo anterior para los métodos por descuento de flujos se debe realizar estimaciones financieras, estratégicas y competitivas, en el cual se debe contemplar la mayor cantidad de posibilidades y eventualidades a las que se puede llegar a enfrentar la organización. En los ambientes de incertidumbre la lógica difusa por medio de la teoría de los subconjuntos borrosos

establece un abanico de posibilidades que permite modelar la incertidumbre latente en dichas estimaciones futuras.

A grandes rasgos se logra visualizar como algunos métodos no logran abordar toda la información para el proceso de valoración, careciendo de información y de proyecciones de crecimiento de la organización. Otros métodos al contemplar una estimación de la organización en hechos futuros se encuentran enmarcando en variables subjetivas, vagas e inciertas. Como de igual forma Fernández en 120 errores en valoraciones de empresas (2007) presenta una variedad de falencias inmersas en el proceso de valoración atribuidas en aspectos inciertos y subjetivos, como son:

1. Utilizar el promedio de las tasas históricas, es decir, no contemplar las subidas o bajadas de las tasas que se pueden llegar a presentar debido a la volatilidad del mercado o de los cambios de la organización.
2. El cálculo de las betas elaborado bajo información histórica, los betas no debe ser tomada bajo información histórica dadas las constantes variaciones que sufre la información de un día para otro, los betas deberán contemplar posibles valores de ocurrencia, tanto posibles subidas o bajas de valor de riesgo, de las cuales la empresa logre estudiar las diferentes fluctuaciones para una adecuación estimación del riesgo.
3. Utilizar betas históricas de las acciones en donde no se estudian las expectativas futuras de los accionistas con respecto a estas acciones.
4. Contemplar un crecimiento constante para la organización, es decir, no analizar las alzas y bajas que podría prestar la organización y afecte la toma de decisiones y su situación financiera.
5. Hechos pasados, al realizar los flujos de las organizaciones dependerán de las diferentes expectativas y estimaciones que se proponga y esperen de esta, no solo bajo las eventualidades ya ocurridas.
6. No tomar en cuenta las diferentes expectativas y opiniones de aquellas personas inmersas en la organización, como afirma Fernández “Una valoración útil y relevante de una empresa depende de las expectativas de los directivos involucrados en ella”. (2007, pág. 36)

La valoración de empresas debe lograr reflejar un valor más fiel y cercano a la realidad, no es el establecer o predecir el futuro, es abarcar mayor número de posibilidades y dar un acercamiento más próximo a la realidad y justo, de acuerdo a su propósito establecido.

Con el fin de poder modelar y trabajar con este tipo de aspectos, se ha implementado la Teoría de los Subconjuntos Difusos o Borrosos la cual permite modelar la incertidumbre de los hechos futuros, aportando información expresada por medio de números borrosos triangulares, mejorando la elaboración de los presupuestos, aportando herramientas al proceso de toma de decisiones y accediendo al control de la información a futuro.

En la siguiente sección se hace una introducción y descripción de la lógica difusa de manera general que permita acceder al nacimiento, utilidad y elementos de esta, como inicio de un primer estudio para alcanzar su respectiva aplicación en el proceso de valoración.

### **2.3. Una nueva forma de abordar el conocimiento: la lógica difusa.**

Desde hace siglos las ciencias han surgido a partir de una investigación e implementación filosófica de la ciencia ortodoxa, desprendiéndose el conocimiento científico conocido como el “máximo exponente de la racionalidad humana” justificándose bajo el empirismo y la coherencia lógico-matemática sin permitir su implementación en otros campos como por ejemplo el sociológico. El conocimiento se basó fundamentalmente en corrientes filosóficas como el mecanicismo y el dualismo, las cuales surgen y tienen su mayor fuente de inspiración en el cartesianismo; una forma particular en el tratamiento del conocimiento y que ha permitido el avance de la ciencia a través de unas doctrinas particulares. Puede establecerse que “la mayor preocupación filosófica cartesiana pasaba por elaborar un nuevo método del pensar. Un método que clarificara científica y racionalmente el saber filosófico” (Hernández & Salgado, 2010-2011).

A partir de esta corriente, la academia inicia su evolución bajo premisas como:

1. el mundo y todo objeto es una máquina o asemeja una máquina,
2. todo lo real es físico,
3. reducción de los fenómenos a sus partes y sus interacciones.

Una ejemplificación de dicho movimiento entorno a las ciencias se vislumbra en las leyes de Newton y en diversas investigaciones donde el sustento del conocimiento es la certeza de aquello que se visualiza y es evidente.

Este tipo de filosofía buscaba trabajar el conocimiento en general a partir de lo que René Descartes plantearía como “el método” en su obra el Discurso del método; donde planteo la forma como se debía tratar e investigar el conocimiento.

Dicho método presentaba cuatro reglas en el abordaje del conocimiento; la evidencia, el análisis, la síntesis y la verificación. Reconocida como una obra maestra del conocimiento durante ciento de años, como lo plantearía (Gil Aluja, 2000, p.1) “He ahí la herencia recibida, rica en contenido y matices, fruto del pensamiento de muchas generaciones fértil en resultados tanto para el desarrollo del ser humano como también para el de la sociedad”.

Estas reglas son simplemente la base con la que miles de investigadores dieron inicio al conocimiento de las ciencias experimentales o ciencias exactas, sin embargo, de dichas reglas, la evidencia, al estudiar una situación particular se convierte en un factor poco efectivo, debido en parte a la mutación constante que el mundo está sufriendo; lo que es evidente hoy puede no serlo en un futuro. Una mutación en la cual el conocimiento y su investigación no puede ser tratado de manera lineal; debe abrirse el conocimiento a nuevos caminos de diversidad de modificaciones y cambios constantes en busca de ampliar la razón de ser de los hechos, que satisfaga completamente las necesidades, deseos y laudos de la actualidad. Un ejemplo palpable se encuentra en la economía, una ciencia que tiene un campo de aplicación amplio dado por la toma de decisiones frente a diversas eventualidades impredecibles y no en un desarrollo sistematizado de su entorno.

El mundo y su desarrollo se han quedado cortos en esta ampliación del conocimiento basado en la complejidad latente de las situaciones. Esto se comprobó durante el siglo XX cuando surgió la duda en investigadores al ver que las teorías con las que desarrollaban sus trabajos no reflejaban fielmente lo que estaba ocurriendo en su alrededor, que el mundo no se regía solo bajo estas leyes ortodoxas, por el contrario, evidenciaron que las leyes planteadas debían modificarse e irse acomodando a la evolución constante del mundo.

Esta nueva visión del conocimiento, lograba reconocer una amplia forma de cuestionamientos y respuestas, aumentaba el estudio de los fenómenos dependiendo de los ambientes bajo los cuales se desarrollaran. Esto abrió paso al estudio de los fenómenos a través de la consideración de diferentes ambientes, ambientes de certeza, riesgo e incertidumbre. Sin embargo, en un principio aun cuando la forma de abordar los sucesos se ampliaban, los estudios continuaban siendo limitados por el dualismo, por aspectos bivalentes y solo se era capaz de abordar con total tranquilidad aquellos ambientes delimitados por la certeza, campos donde solo era posible lo falso o lo verdadero, en el cual predominaba el principio del tercio excluido.

Pero se debía de emerger de ese callejón sin salida; por ello se dio inicio al nacimiento de nuevo paradigma científico entorno a lógica, como lo hizo Russell (lógico- Matemático) quien afirmo:

La lógica tradicional es una simbología precisa que no era aplicable en la vida terrenal. La ley de la exclusión (Uno o NO UNO), es utilizable cuando se emplea dicha simbología precisa, pero no es verdadera cuando los símbolos son vagos, como de hecho todos los símbolos son. (Reig & Sansalvador, 2000)

En la misma línea se destaca al científico Lucasiewicz quien desarrolló los fundamentos de la lógica multivalente, donde una afirmación puede adquirir valores de verdad entre cero y uno, tomando como opciones lo verdadero, lo falso y lo indefinido; posteriormente el profesor Iraní Lofti Zadeh en 1965 dio inicio a una nueva teoría a través de su artículo titulado “Fuzzy Sets”, (conjuntos borrosos), en el cual se platearía un nuevo instrumento que permite el estudio de aquellos hechos que eran inciertos, que se generaban en ambientes de incertidumbre (no probabilizables), para ser aplicados, en gran medida a las ciencias sociales, en las ciencias económica y en general, en todos las manifestaciones del ser humano en sociedad.

La Lógica Difusa es definida por Zadeh como:

“La lógica difusa es una lógica precisa de la imprecisión y el razonamiento aproximado. Más específicamente, la lógica difusa puede ser vista como un intento de formalización/mecanización de dos notables capacidades humanas. Primero, la capacidad de conversar, razonar y tomar decisiones racionales en un ambiente de imprecisión, incertidumbre, información incompleta, información contradictoria, parcialidad de la verdad y parcialidad de la posibilidad. [...] y segundo, la capacidad para llevar a cabo una

amplia variedad de tareas físicas y mentales sin medición ni cálculos”. (Zadeh, 2008, pág. 2751).

El camino de esta nueva ampliación a un mundo de pensamiento heterodoxo no fue fácil, como lo vivieron Jaime Gil Aluja y su profesor Arnold Kaufmann quienes estudiaron apasionadamente la lógica difusa para edificar una nueva manera de concebir la solución de los problemas económicos y de gestión, ellos tuvieron que resistir aquellos rechazos generados por querer romper la rutina y lineamientos insatisfechos de las ciencias sociales, en particular de la economía. En sus primeros años de trabajo se encaminaron a la “transformación de los elementos teóricos y técnicos ya conocidos y aceptados con objeto de ir creando a partir de la idea de Zadeh, un cuerpo sólido y sobre todo, una coherencia interna” (Gil Aluja, 2000, pág. 4)

Este trabajo dio paso a un nuevo elemento del conocimiento científico, la subjetividad, con teorías que dan cabida a los números borrosos (termino que será ampliando más adelante) en un abanico de números inciertos; permitiendo representar la diversidad de fenómenos a través de apreciaciones tanto subjetivas y objetivas, es decir, partiendo de un estudio previo, el sujeto interpreta la realidad y plantea estimaciones indicando que cierta situación futura puede ser mejor que otra, este hecho subjetivo, adquiere gran valor, pero mejor aún, puede someterse dicha valoración a todos los mecanismos de una nueva lógica a través de uno de sus conceptos más brillantes, los conjuntos difusos.

Sin embargo, es preciso establecer a que hace alusión la subjetividad: una de las definiciones de la subjetividad está dada desde la filosofía kantiana y hegeliana la cual se enuncia de la siguiente manera:

Referida esencialmente a los procesos que, desde contenidos a priori del sujeto, significan las estructuras y procesos esenciales que caracterizan la producción del conocimiento, por lo tanto, lo subjetivo aparece mucho más como una referencia genérica para significar procesos del sujeto que conoce y construye. (González F. , 2008).

Con el campo de los números borrosos se fue determinando la capacidad de realizar mayores aplicaciones en operaciones, dichos números se incorporaron en modelos y algoritmos reemplazando el numero cierto por el numero incierto, ejecutando escritos que trabajaran problemas económicos y de gestión que los números “vulgares” (entiéndase los números Reales)



no lograban interpretar plenamente, ejemplo de algunos de ellos serían: las inversiones, la renovación de equipos, gestión de Stocks, la planificación estratégica, optimización de recursos, medición y firmeza de los sistemas de control interno, detección de clientes irregulares, análisis de coste-beneficio, presupuestos de capital, planificación financiera y la toma de decisiones.

Pero el camino de la implementación a una nueva forma de pensar y de abordar el conocimiento se veían aun frenado por la vieja implementación de técnicas y teorías que asechaban estos avances, pero tras conferencias e investigaciones se continuo con el paradigma del uso de una matemática de la incertidumbre y de una nueva matemática aplicada. Gil Aluja dio el primer paso enunciando una de las mayores premisas de la teoría; “una proposición puede ser verdadera y falsa a la vez, a condición de asignar un grado a la verdad y un grado a la falsedad” (Gil Aluja, 2000, pág. 7) cerrando así el antiguo campo científico y abriendo un mundo de preguntas resultantes, elaborando una teoría que fuera un instrumento para la toma de decisiones a través de la lógica y la aplicación de las matemáticas no numéricas de la incertidumbre.

La Lógica Difusa permite interpretar de manera amplia las problemáticas de hechos imprecisos, inciertos y difusos a las que nos enfrentamos, como lo son en aspectos particulares de las ciencias económicas, administrativas y contables, algunos ejemplos de dichas aplicaciones se pueden observar en los trabajos sobre; la selección del personal (Recursos Humanos), valoración de rentas de capital con tipos de interés borroso, valor del cliente en situaciones contractuales con intervalos de confianza, control de gestión de liquidez (tesorería borrosa), predicción bursátil, puntos de equilibrio, entre otros.

A continuación presenta algunos de los elementos constitutivos de la teoría de los conjuntos borrosos.

Conjunto Borroso: sea  $X$  un conjunto no vacío, un conjunto borroso  $A$  esta caracterizado por:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0, 1]$$

Donde  $\mu_A(x)$  representa el grado de pertenencia del elemento  $x$  sobre el conjunto borroso  $A$  para cada  $x \in X$ .  $A$  está completamente determinado por el conjunto de pares:

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

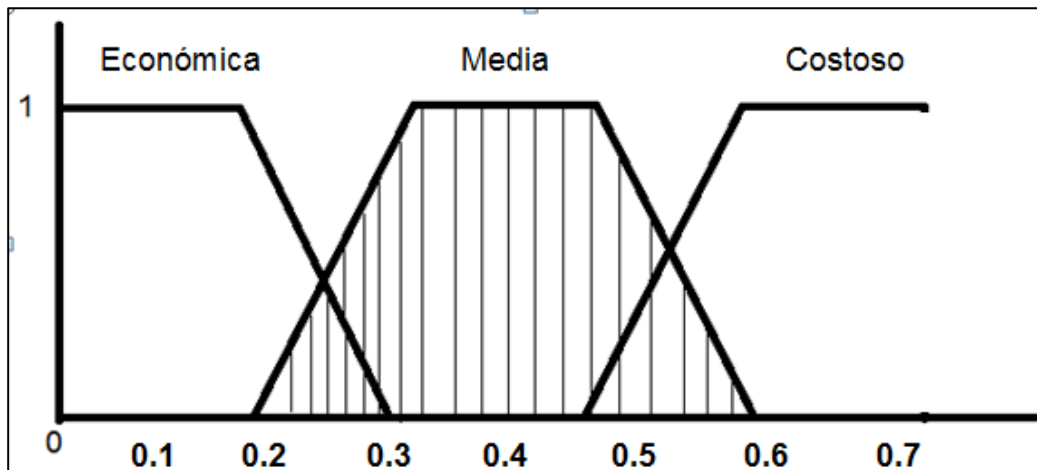
Los conjuntos borrosos son una ampliación de los conjuntos tradicionales. Un conjunto tradicional se forma por los elementos que contiene ciertas propiedades en común, por el ejemplo el conjunto de estaciones de servicio de gasolina cuyo precio por galón es igual o inferior a ocho mil quinientos pesos (\$8.500), si las propiedades son claras se podrá definir cuando un elemento pertenece o no a dicho conjunto.

Sin embargo, dicha propiedad para algunos casos específicos, está sujeta a la ambigüedad e incertidumbre, dificultando determinar si un elemento pertenece o no al conjunto, siguiendo el mismo ejemplo del conjunto de estaciones de servicio de gasolina, tomar el precio del galón en (\$8.500) y decir que este valor es costoso o económico sería un término ambiguo, ya que depende de la zona (estrato económico) de la persona que lo esté valorando, del contexto en el cual se esté tratando. Por lo tanto, a través de los conjuntos borrosos, a este precio se le asigna un grado de pertenencia al conjunto “económico” y / o al conjunto “costoso”. Es decir, para cierta zona de la ciudad, para un cierto observador y bajo un contexto específico, un precio de \$ 8.500 para la gasolina, puede considerarse costoso en un grado de 0,7 (este valor no representa porcentaje, simplemente indica que en un grado de 0,7, en una escala de 0 a 1, la gasolina es costosa), y a su vez, se considera económica en un grado de 0,3. Esto es definido otra vez de una función de pertenencia de  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$ , estableciendo el siguiente diagrama dado en la figura 1.

Por lo tanto, los conjuntos borrosos determinan esta imprecisión a través de la denominada función de pertenencia  $\mu_{\underline{A}}(x)$ , la cual establece la pertenencia de un elemento al conjunto a través de valores contenidos entre 0 y 1 incluso.

Describiendo brevemente la función antes mencionada sería:  $\mu$  denomina la función de pertenencia, la pertenencia del conjunto borroso  $\underline{A}$  es,  $\mu_{\underline{A}}$  seguido por el grado de pertenencia del elemento  $x$  al conjunto borroso, quedando planteada como se mencionó anteriormente:  $\mu_{\underline{A}}(x)$  la función trapezoidal será ampliada más adelante.

Figura 1 Función de pertenencia trapezoidal.



Fuente: Elaboración propia, información obtenida de Klir, G. Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and Fuzzy logic*. NJ, USA: Prentice Hall.

### 2.3.1. Operaciones con los conjuntos borrosos

Las operaciones básicas entre conjuntos borrosos son:

1. Unión: la unión es reconocida por el símbolo  $\cup$ , esta se realiza escogiendo el mayor nivel de pertenencia de los subconjuntos, es decir, de los subconjuntos  $\underline{B}_1$  y  $\underline{B}_2$  se toma cada elemento y se selecciona el mayor valor de los niveles de pertenencia entre los dos subconjuntos. Es decir,  $\forall x \in E$

$$\mu_{\underline{B}_1 \cup \underline{B}_2}(x) = \text{Max}(\mu_{\underline{B}_1}(x), \mu_{\underline{B}_2}(x))$$

2. Intersección: esta operación es denotada con el símbolo  $\cap$ , tomando un conjunto  $\underline{B}_1$  y  $\underline{B}_2$  y cada uno de sus elementos se selecciona el menor valor de pertenencia correspondiente a cada elemento del conjunto. Es decir;  $\forall x \in E$

$$\mu_{\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2}(x) = \text{Min}(\mu_{\underline{B}_1}(x), \mu_{\underline{B}_2}(x))$$

3. Complemento: el complemento es reconocido bajo el símbolo  $\bar{\phantom{x}}$  ubicado sobre la letra que representa el conjunto, esta operación consiste en determinar cuánto le hacen falta al valor de la función característica para llegar a la unidad (1). Es decir,  $\forall x \in E$

$$\mu_{\overline{B}}(X) = 1 - \mu_{\underline{B}}(X)$$

### 2.3.2. Los Números Borrosos

“Los números borrosos son conjuntos borrosos con un claro significado cuantitativo, en la medida en que clasifican un concepto alrededor de un número o intervalo de números. Estos números tienen una gran importancia en el control borroso, ya que permiten representar valores numéricos mediante las imprecisión propia de la lógica borrosa”. (Barragan, 2010, pág. 24).

Un número borroso se halla formado por una secuencia finita o infinita de intervalos de confianza con las siguientes propiedades<sup>7</sup>:

1. Se afecta a cada intervalo de confianza un valor  $\alpha \in [0, 1]$ . De tal manera que dos intervalos de confianza diferentes no puedan tener el mismo valor  $\alpha$ . Este valor se llama “nivel de presunción”.
2. Se designa por  $A_\alpha = [a1^{(\alpha)}, a2^{(\alpha)}]$  el intervalo de confianza de nivel  $\alpha$ . Se debe cumplir:

$$(\alpha' < \alpha) \Rightarrow (A_\alpha \supset A_{\alpha'}), \alpha, \alpha' \in [0, 1].$$

Dicho de otra manera, los intervalos de confianza deben encajarse, estrictamente o no, los unos con los otros.

El intervalo de confianza de nivel  $\alpha$  será designado por  $A_\alpha$  y lo llamaremos “ $\alpha$  – corte de  $A$ ”

Existen diferentes clases de números borrosos dependiendo de su función de pertenencia, se tomarán dos de estas funciones, que son la función de pertenencia trapezoidal y la función de pertenencia triangular, explicando con mayor profundidad la última mencionada:

Función de pertenencia trapezoidal: la función de pertenencia trapezoidal es definida bajo la siguiente expresión:

<sup>7</sup> Para ampliar estas propiedades consultar Kaufmann, A. & Gil Aluja, J. (1987). Números Borrosos. En A. Kaufmann & J. Gil Aluja, *Técnicas operativas para el tratamiento de la incertidumbre*. (pp. 43). Barcelona, España: Hispano Europea, S.A.

$$\mu_{Trap_{a,b,\alpha,\beta}}[a, b, \alpha, \beta](x) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1 - (a - x)}{\alpha} \quad si \ (a - \alpha) \leq x < a \\ 1 \quad si \ a \leq x \leq b \\ \frac{1 - (x - b)}{\beta} \quad si \ b < x \leq (b + \beta) \\ 0 \quad en \ otro \ caso \end{array} \right\}$$

Siendo  $[a, b]$  con  $a \leq b$  su intervalo de confianza o núcleo,  $\alpha \geq 0$  su ancho izquierdo, y  $\beta \geq 0$  su ancho derecho.

En la función de pertenencia trapezoidal se puede de igual forma definir por medio de los cuatros (4) puntos del trapecio  $Trap[a, b, c, d](x)$  en donde  $a \leq b \leq c \leq d$  es decir, la función de pertenencia quedaría así:

$$\mu_{Trap}[a, b, c, d](x) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{x - a}{b - a} \quad si \ a < x < b \\ 1 \quad si \ b \leq x \leq c \\ \frac{d - x}{d - c} \quad si \ c < x < d \\ 0 \quad en \ otro \ caso \end{array} \right\}$$

Bajo esta función el soporte estará dado por,  $(a, d)$  y su núcleo  $(b, c)$

La función de pertenencia trapezoidal es continua y define un conjunto borroso normal, convexo y con soporte finito, por lo que se puede emplear para representar un número borroso.

Función de pertenencia triangular: la función de pertenencia triangular,  $Tri_{c,\alpha,\beta}[c, \alpha, \beta](x)$  se define según la siguiente expresión, siendo  $c$  su centro,  $\alpha \geq 0$  su ancho izquierdo, y  $\beta \geq 0$  su ancho derecho.<sup>8</sup>

Para esta función los números borrosos adoptan el nombre de Números Borrosos Triangulares (N.B.T), estos los más utilizados en la práctica, debido a la linealidad de sus funciones  $\mu$ . Como su nombre lo indica cuenta con una forma triangular, este se reconoce a través de una terna:  $(a_1, a_2, a_3)$

$$\underline{A} = (a^{(1)}, a^{(2)}, a^{(3)}) \in \mathbb{R}$$

<sup>8</sup> (Barragan, 2010, pág. 24)

$$\mu_{Tri_{c\alpha\beta}}[c, \alpha, \beta](x) = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1 - (c - x)}{\alpha} \quad \text{si } (c - \alpha) \leq x < c \\ \frac{1 - (x - c)}{\beta} \quad \text{si } c \leq x \leq c + \beta \\ 0 \text{ en otro caso} \end{array} \right\}$$

Otra forma más común de definir la función de pertenencia triangular, es mediante la identificación de los tres puntos del triángulo  $Tri[a, b, c](x)$ , con  $a \leq b \leq c$ . En este caso la función de pertenencia vendrá dada por la expresión:

$$\mu_A(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \quad \text{si } x < a \\ \frac{(x - a)}{b - a} \quad \text{si } a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b} \quad \text{si } b \leq x \leq c \\ 0, \quad \text{si } x > c \end{array} \right\}$$

Dado este acercamiento a los conjuntos borrosos se realiza la revisión bibliográfica de los trabajos desarrollados bajo metodologías difusas elaboran valoraciones o cálculos de los elementos de la proceso de valoración.

## CAPITULO 3: HIPOTESIS

### 3.1. Hipótesis<sup>9</sup>

La lógica difusa ha tenido amplios desarrollos en aspectos específicos del proceso de valoración de empresas.

## CAPITULO 4: METODOLOGIA

### 4.1. Metodología

El proceso investigativo se ha desarrollado a través de un enfoque metodológico cualitativo, formulando la pregunta de investigación ¿Cuáles herramientas y bajo que metodologías la lógica difusa aporta en el proceso de valoración empresarial integrando aspectos determinantes en la organización? Dicho cumplimiento de la pregunta se da bajo la recolección y análisis de los

---

<sup>9</sup> Se plantea una hipótesis general debido al carácter de estado del arte del documento, se espera a partir de los resultados de este documento plantear la hipótesis principal y las hipótesis específicas.

diferentes componentes a trabajar como son: la valoración de las organizaciones, incertidumbre y subjetividad.

Para abordar estos componentes se realizó una revisión teoría de algunos métodos empleados en el proceso de valoración, posteriormente se identifica la problemática en las variables enmarcadas por el manejo de la incertidumbre y la subjetividad que intervienen en los dichos métodos, generando así el planteamiento de incorporar la lógica difusa para el desarrollo de dicha problemática.

La revisión teórica busca responder en la primera parte del documento ¿Qué es la valoración de empresas? ¿Con que fin se valora una empresa? ¿Qué métodos se utilizan para la valoración? ¿Qué componentes intervienen en la valoración enmarcados en la incertidumbre y la subjetividad? Presentando así la revisión teórica de los trabajos expuestos en el proceso de valoración bajo metodologías Fuzzy.

## **CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSION**

### **5.1. Lógica difusa y valoración**

Para establecer la aplicación de la lógica difusa en el proceso de valoración de empresas se parte con una revisión bibliográfica sobre los aspectos de dicho proceso como son, los flujos, valoración de intangibles, tasas, entre otros, que se estén trabajando bajo dicha teoría.

Los trabajos encontrados fueron clasificados de acuerdo a su principal enfoque, como fueron en valoración de intangibles, aportes al valor de la empresa, flujo de caja y Tasas difusos.

#### **5.1.1. Valoración de intangibles**

En *tratamiento borroso del intangible en la valoración de empresas de internet* (Lozano & Fuentes, 2003) presentan la lógica borrosa como un sistema capaz de determinar el valor adecuado de este tipo de empresas. Se trabaja en especial en empresas bajo situación de pérdidas o flujos negativos. Dada la volatilidad de estas empresas se deben tener en cuenta aquellos factores generadores de valor como son los intangibles (el tráfico, la comunidad, la marca y otros factores comparativos con las otras organizaciones como son la satisfacción del cliente y la

calidad del servicio) en donde la lógica difusa y sus programas de inteligencia permite valorar de manera clara y adecuada la incertidumbre y a las variables intangibles.

En *el valor de la marca y el valor de la empresa de internet*, (Lozano & Fuentes, 2004) reflejan la importancia de la marca en las empresas de internet, siendo esta el activo intangible más valioso para valorar este tipo de empresas. La lógica difusa logra comprender, graduar y controlar las variables vagas, inciertas y subjetivas reflejadas en la valoración de la empresa y la cuantificación de la marca para un mejor proceso de valoración.

En *Valoración de activos intangibles con matemática difusa y su adecuación a normas contables españolas e internacionales* (Mallo, Artola, Morettini, Galante, Pascual, & Busetto, 2008), dada la importancia de los activos intangibles como generadores de valor en la organización, estos autores proponen una nueva alternativa de valuación de dichos activos a través de metodologías difusas. Presentan los resultados obtenidos operando bajo matemáticas difusas y como intervienen en los principios contables, de los cuales logran destacar la importancia y el aporte de la lógica difusa en dicho proceso donde afirman que “[...] la utilidad de las técnicas borrosas es mayor que las practicas actuales” (pág. 156), esto dado a que el valor calculado es más racional, coherente y fiel a la realidad por su forma de operar con la incertidumbre y subjetividad de este proceso. De igual forma no da un único valor como resultado permitiendo así contar con unos valores mínimos y máximo, es decir, uno límites que no sobrepasen las expectativas estratégicas.

En Camargo (2013) para valorar una marca se utilizan componentes subjetivos para ello se propone la lógica difusa como una herramienta para calcular su valor. Coincidiendo con gran cantidad de autores los cuales sostienen que el valor obtenido bajo esta técnica es más aproximado a la realidad, esto por contemplar la incertidumbre y subjetividad, aspectos que los métodos actuales de valoración no contemplan.

### **5.1.2. Aportes al valor de la empresa**

En *estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros* (Medina, 2006) se presenta la aplicación de esta lógica en problemas financieros como: en portafolio, evaluación de proyectos, análisis de crédito, toma de decisiones entre otros. Dada la gran importancia de la toma decisiones en los dichos aspectos, se destaca su participación de manera confiables y precisas, pero como afirma el autor “Los sistemas de valoración humanos son



impresos, vagos (*Fuzzy*-difuso) y tienen el problema de que no pueden ser capturados de forma directa por la precisión matemática convencional” (pág. 198), el autor destaca la importancia de la teoría difusa como un campo abierto de mayor posibilidades, un representante del pensamiento humano, un operador de la incertidumbre hacia un acercamiento más próximo a la realidad y a los requerimientos futuros, así como un gran soporte en la toma de decisiones económicas más precisas y confiables.

En *valoración de inmuebles mediante técnicas de lógica difusas* por (Fernández, Fernández, & Moya, 2007-2008), presentan el proceso de valoración de un inmueble a través de la lógica difusa bajo la herramienta XFuzzy<sup>10</sup>, del cual solo implementaron dicha teoría en el modelo CAD<sup>11</sup> XFuzzy el cual generó un resultado aceptable pero en el cual sugieren aplicar la lógica difusa en API para así lograr un código java más apropiado para el proceso de valoración bajo esta herramienta.

En *Sistema de inferencia difuso para la valoración de empresas* (Rojas, Zuluaga, & Valencia, 2014), se presentan la lógica difusa como la herramienta de análisis en el proceso de valoración de empresas en las variables cualitativas, debido a la gran importancia que cobra la subjetividad u opinión de expertos en cada uno de los métodos de valoración, se busca una valoración más precisa, es decir, una valoración “que este bien fundamentada técnicamente [...] en supuestos razonables o correctos, teniendo en cuenta la perspectiva subjetiva” (pág. 97). Dicha herramienta resulta siendo un apoyo para la toma de decisiones en medidas de inversión bajo la expectativas gerenciales, integra las variables subjetivas y trabaja con más de un dato o variable (valor) donde no centra su decisión hacia un único resultado si no a un análisis más minucioso y detallado para la toma de decisiones.

### 5.1.3. Flujo de caja difuso

*Valuation by using a fuzzy discounted cash flow model* (Yao, Chen, & Lin, 2005). Bajo el modelo del flujo de caja descontando y sus conceptos vagos e inciertos proponen una extensión de dicho modelo hacia el modelo difuso de flujo de caja descontando (FDCF), logrando una valoración más adecuada y determinista para la asignación del valor de los activos; así lo

<sup>10</sup> Herramienta desarrollada por el instituto de Microelectrónica de Sevilla

<sup>11</sup> “[...] Es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y fabricación en cualquier tipo de producto” “[...]Computer Aided Design, o diseño asistido por computador”. (lenguaje de ingeniería)

concluyen los autores “achieves a more reasonable operation on valuation, and it reveals some properties leading to a good method of helping the typical investors to master their assets’ values” (pág. 222).

Hajnal (2014) Propone la metodología difusa para demostrar el valor actual del mercado o de un proyecto, buscando minimizar el riesgo y aumente la capacidad de credibilidad en estos, a través de un modelo de valoración que mejore la estimación del valor del mercado bajo el análisis de flujos de caja descontados, permitiendo trabajar bajo el lenguaje de lo cualitativo ampliando las posibilidades de determinación del valor de forma más fiable y precisa.

Milanesi (2014). La valoración para decisiones de inversión se opera bajo los flujos de fondos los cuales sus resultados no son resultan del todo certeros, esto por su forma de operar en condiciones pasivas. No se contempla el dinamismo y la incertidumbre latentes en la economía, por tal razón el autor operan desde los métodos de opciones reales adicionando lógica difusa, comparando así los modelos probabilísticos con los modelos borrosos. Logra sobresalir el uso de lógica difusa por operar bajo contenidos ambiguos, generando así un mayor análisis en los diferentes escenarios que presenten, facilitando y aportando a la toma de decisiones.

#### **5.1.4. Tasa de interés difusa**

En *Option valuation model with adaptive fuzzy numbers* (Thiagarajah, Appadoo, & Thavaneswaran, 2007), modelan la incertidumbre latente en la elección de las tasas de interés (entre otras), operando con una tasa de interés difusa, obteniendo como resultado una valoración de opciones practica y útil. Esta tasa difusa permite seleccionar un precio entre las diferentes opciones planteadas con información más certera. Autores como (Ho & Liao, 2011) desde las opciones para la valoración proponen la lógica difusa para el procedimiento del cálculo del VAN.

(González & Flores, 2009) Dado el gran interés por evaluar el rendimiento financiero empresarial existen los métodos basados en la TIR, VAN, B/C y PRC, estos autores trabajan el VAN<sup>12</sup> (Valor Actual Neto) de forma básica y difusa, en donde como resultado bajo la teoría de la lógica difusa logran destacar las infinitas soluciones representadas a través de intervalos, permitiendo así tomar decisiones de manera más racionales y eficaces.

---

<sup>12</sup> El VAN son la suma de los *flujos* de fondos a valor presente.

## CONCLUSIONES

1. Tras la evolución de las diferentes corrientes filosóficas, el estudio del conocimiento orientó la investigación a encontrar una verdad única, dando inicio a las ciencias experimentales y exactas, las cuales hoy en día necesitan ser guiadas por caminos de diversidad y complejidad, buscando el reflejo fiel de los fenómenos de la realidad circundante y que propende satisfacer las necesidades, deseos, y laudos de la actualidad.
2. Al desarrollar la estimación de los flujos de caja, es latente la aparición de la incertidumbre y la subjetividad, aspectos que puede controlarse y modelarse a través de la teoría de los subconjuntos borrosos; elemento constitutivo de la lógica difusa y que permite un abanico de posibilidades entorno a la incertidumbre permitiendo reflejar de manera más amplia todos los valores inciertos que se puede presentar en la organización.
3. La de la teoría difusa genera un campo abierto de posibilidades, un representante del pensamiento humano, un operador de la incertidumbre hacia un acercamiento más próximo a la realidad y a los requerimientos futuros y como un gran soporte en la toma de decisiones económicas.
4. Con el fin de poder controlar y trabajar la vaguedad, la subjetividad y la incertidumbre, se ha implementado la Teoría de los Subconjuntos Difusos la cual permite modelar la incertidumbre de los hechos futuros, subjetividad en la opinión de expertos, aportando información expresada por medio de números borrosos triangulares, mejorando la elaboración de estimaciones, aportando herramientas al proceso de toma de decisiones, accediendo a la modelación de información y hechos futuros.
5. Al realizar el proceso de valoración bajo metodologías difusas se obtiene un valor más racional, coherente y fiel a la realidad por su forma de operar con la incertidumbre y subjetividad de este proceso, de igual forma al no dar un único valor permite contar un límites que no sobrepasen las expectativas estratégicas y entra en estudio las decisiones estratégicas de la compañía para dar alcance a sus pronósticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barragan, J. (2010). Síntesis de sistemas de control borroso estables por diseño. Huelva.
- Camargo, R. (2013). Aplicación lógica difusa en valoración financiera de marcas. Medellín.
- Castiblanco, F. (2014). Una mirada al presupuesto anual de ventas de Rautenstrauch & Villers. *Criterio libre*, 199-222.
- Fernández, C., Fernández, I., & Moya, D. (2007-2008). *UCM.es*. Obtenido de <http://eprints.ucm.es/9042/1/TC2008-2.pdf>
- Fernández, P. (marzo de 2007). *IESE business school*. Obtenido de <http://www.iese.edu/research/pdfs/DI-0681.pdf>
- Fernández, P. (Noviembre de 2008). *IESE business School*. Obtenido de [www.iese.edu/research/pdfs/di-0771.pdf](http://www.iese.edu/research/pdfs/di-0771.pdf)
- Gil Aluja, J. (2000). Génesis de una teoría de la incertidumbre. *Encuentros multidisciplinares*, 2(6).
- González, F. (2008). Subjetividad social, sujeto y representaciones sociales. *Revista diversitass-perspectivas en psicología*, 4(2), 225-243.
- González, F., & Flores, B. (2009). Evaluación financiera de las empresas usando lógica difusa. *INCEPTUM*, IV(7), 233-251.
- Hajnal, I. (2014). Continuous valuation model for work in progress investments with Fuzzy lógica method. *Procedia Engineering*, 206-2013.
- Hernández, J., & Salgado, S. (2010-2011). <http://guindo.pntic.mec.es/>. Obtenido de <http://guindo.pntic.mec.es/ssag0007/filosofica/Descartes.pdf>
- Ho, S.-H., & Liao, S.-H. (2011). A fuzzy real option approach for investment project valuation. *Expert Systems with Applications*, 15296-15302.

*lenguaje de ingeniería*. (s.f.). Obtenido de Introducción al CAD/CAM:

<https://lenguajedeingenieria.files.wordpress.com/2013/02/introduccion-al-cad-cam.pdf>

Lozano, M., & Fuentes, F. (2003). *Tratamiento borroso del intangible en valoración de empresas de internet*.

Lozano, M., & Fuentes, F. (2004). El valor de la marca y el valor de la empresa de internet. *Investigaciones Europeas de dirección y economía de la empresa*, 10(1), 111-133.

Mallo, P., Artola, M., Morettini, M., Galante, M., Pascual, M., & Busetto, A. (2008). Valoración de activos intangibles con matemática difusa y su adecuación a normas contables españolas e internacionales. *Estudios de economía aplicada*, 26(2), 139-159.

Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. *Cuadernos de administración*, 19(32), 195-223.

Milanesi, G. (2014). Valoración probabilística versus borrosa, opciones reales y el modelo. *Estudios gerenciales*, 211-219.

Pereyra, M. (noviembre de 2008). *Valoración de empresas: una revisión de los métodos actuales*. Obtenido de ORT.edu.co: <http://www.ort.edu.uy/facs/pdf/documentodetrabajo41.pdf>

Pérez, C. (2008). Sobre el concepto de valor. Una propuesta integración de diferentes perspectivas. *Bordon*, 99-112.

Reig, J., & Sansalvador, M. (2000). Lógica borrosa y su aplicación a la contabilidad. *Revista Española de financiación y contabilidad*, XXIX(103), 83-106.

Rojas, M., Zuluaga, E., & Valencia, M. (2014). Sistema de inferencia difuso para la valoración de empresas. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 89-108.

Romerales, E. (8 de agosto de 2002). *Philsci-archive*. Obtenido de <http://philsci-archive.pitt.edu/10512/1/601-702-1-PB.pdf>

Santandreu, P., & Torres, J. (2012). Selección del método de valoración de empresas en función de la empresa y el ciclo económico: El modelo QQC. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 15, 115-132.

- Sequeda, P. (2014). *Finanzas corporativas y valoración de empresas*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Thiagarajaha, K., Appadoob, S., & Thavaneswaran, A. (2007). Option valuation model with adaptive fuzzy numbers. *Computers and Mathematics with Applications*, 831-841.
- Yao, J.-S., Chen, M.-S., & Lin, H.-W. (2005). Valuation by using a fuzzy discounted cash flow model. *Expert Systems with Applications*, 209-222.
- Zadeh, L. (2008). Is there a need for fuzzy logic? *Information Sciences*, 2751-2779.