35B

ELEMENTOS PARA UNA METODOLOGÍA DIFUSA EN LA DETERMINACIÓN DEL VALOR Y LOS PROCESOS DE VALORACIÓN CONTABLE

Fabián Alberto Castiblanco Ruiz

Docente investigador. Universidad La Gran Colombia.

Área temática: B) Valoración y finanzas.

Palabras clave: valoración contable, metodología difusa

ELEMENTOS PARA UNA METODOLOGÍA DIFUSA EN LA DETERMINACIÓN DEL VALOR Y LOS PROCESOS DE VALORACIÓN CONTABLE.

Resumen

El presente documento tiene como propósito plantear los elementos necesarios dados por la lógica difusa, en particular la teoría de los subconjuntos borrosos, que permiten abordar el concepto de valor en contabilidad y llevar a cabo un proceso de valoración o de asignación de valor. Se parte de una descripción general sobre los procesos de valoración y la identificación de la subjetividad como rasgo característico; a partir de tal descripción, se sustenta la utilidad que puede tener la lógica difusa en dichos procesos. Finalmente, a través de un ejemplo se muestra la aplicación y las ventajas de emplear la metodología difusa en la determinación del valor, bajo ciertos contextos.

1. Introducción

El concepto de valor y el proceso de valoración es sin duda uno de los pilares de la contabilidad tanto en su desarrollo teórico como practico. Tanto las acepciones de valor de uso como valor de cambio permean de manera constante el quehacer contable y son producto de reflexión y análisis. Sin embargo, aunque de manera continua se establecen debates que buscan enriquecer la comprensión y el empleo de la terminología, se plantean algunos consensos particularmente en el ámbito contable y bajo los procesos de valoración.

Por ejemplo, según los Estándares Internacionales de Valuación – IVS (Arias Bello & Sanchez Serna, 2011), se establece que el *valor*, "no es un hecho, pero es una estimación del precio probable que se puede pagar por los bienes y servicios en un intercambio, o también una medida de los beneficios económicos de la posesión de esos bienes o servicios". Por otra parte, se define bajo las Normas Internacionales de información financiera NIIF, el *valor razonable* como "el precio que se recibiría por vender un activo o que se pagaría por transferir un pasivo en una transacción ordenada entre participantes de mercado en la fecha de la medición". En la misma línea, la Norma Internacional de Contabilidad 36 (NIC 36) (IFRS FOUNDATION, 2014) define *valor en uso* como "el valor presente de los flujos futuros de efectivo estimados que se espera obtener de un activo o unidad generadora de efectivo".

En términos generales, se observa que en el ámbito contable y en tanto a procesos de valoración y concepto de valor se refiere, la opción elegida ha sido la de valorar todos los bienes, derechos y obligaciones bajo estimaciones en unidades monetarias. Tales expresiones en términos monetarios tiene como propósito la homogeneización de la información en procura de facilitar la comparación, tanto a nivel espacial, con otras unidades económicas, como a nivel temporal, con información de la organización misma referida a otro momento de tiempo.

Sin embargo, dicho proceso de homogenización presenta un rasgo característico que lo hace en alto grado complejo y no siempre, por no decir que nunca, exacto. Ante cualquier procedimiento de valuación, Mattessich (2002), establece que el proceso de asignación se encuentra permeado por la influencia de la subjetividad y por los continuos cambios de la escala seleccionada. Es decir, se pone de manifiesto la presencia de juicios de valor provenientes de la racionalidad emocional, incluso si se encuentran en relación directa con un agregado social como lo es el mercado. De igual forma, se reconoce la variabilidad propia de las cifras en entornos económicos, máxime si se plantean a futuro, como es el caso del valor en uso de un activo o unidad generadora de efectivo.

Comprender y considerar la incertidumbre generada a partir de las variaciones propias de la escala de medida y la subjetividad presente en la asignación de valor, se convierte en una labor de interés debido a la búsqueda de un proceso de valoración lo más objetivo posible. Por lo tanto, a través del presente documento se busca plantear una alternativa de tipo metodológico que permita tratar dicha incertidumbre.

Según lo anterior, se acude al uso de la teoría de los subconjuntos borrosos como una faceta propia de la lógica difusa, que permite el tratamiento con cantidades estimadas y cuyos límites no se hayan bien definidos. Una teoría que permite contemplar las imprecisiones propias de los procesos sociales en cuanto a medición y estimación se refiere.

El documento se estructura como sigue; en la primera parte se exponen las ideas que sustentan la pertinencia de pensar en una metodología que permita abordar el proceso de valoración o la asignación de valor bajo ciertas condiciones de incertidumbre. En la segunda parte se presentan los elementos propios de la teoría de los subconjuntos borrosos que permiten delimitar una metodología particular y se exponen los procedimientos necesarios. Finalmente, se presenta un caso de aplicación que permite establecer algunas ventajas y aportes.

2. La presencia de subjetividad en el proceso de valoración.

Al abordar el concepto de valor y el proceso de valoración desde una perspectiva contable, se encuentran diversas posturas aunque con un mismo punto de convergencia. A continuación se presentan algunas afirmaciones que permiten considerar y tratar un aspecto de suma relevancia y que se manifiesta de forma transversal tanto en el quehacer contable como al interior de sus conceptos: la subjetividad. A través de la tesis de Maria del Carmen Pérez López (2005) se resume lo siguiente:

> Requena (1977, p. 195) indica, de forma expresa, que “la valoración económica resulta eminentemente subjetiva como consecuencia del conjunto de factores que, condicionando al precio de los bienes, hacen que este no sea de carácter unívoco, es

> decir, una propiedad intrínseca de los mismos, sino el resultado de diversas circunstancias de espacio y tiempo, propiedades físicas y técnicas, gustos, etc. que los define".
>
> […] Torres (2002, p. 1001) entiende que el valor "no es un cristal, transparente e invariable; es la piel de un pensamiento vivo y puede variar enormemente su color y contenido de acuerdo a las circunstancias y al tiempo en que es usado".
>
> Hernando, Rodríguez y Carmelitano (1999, p. 363) consideran la valoración como "un proceso abstracto por el cual se miden las características de un bien y del entorno en el que se sitúa en un momento determinado, y se expresa en unidades monetarias". Puede entenderse en este carácter abstracto cierta subjetividad.
>
> Cañibano (1979, p. 109) considera que la participación de un sujeto implica una subjetividad que no puede eliminarse a través de un conjunto de reglas, por dos motivos: el ascenso de los precios y la diversidad de objetivos informativos por los que se requiere la valoración que implican aplicar diferentes bases valorativas.
>
> Para Becker (1985, p. 193), el hecho de que un bien pueda tener distintos valores supone la inexactitud de la valoración; no obstante, dicha valoración debe realizarse conforme a la realidad, determinando el criterio a seguir de un modo objetivo conforme a las cualidades del elemento. De aquí que deba prevalecer el principio de prudencia y tenga que valorarse por el precio de adquisición o valor de mercado cuando este último sea inferior.
>
> […] Sanjurjo (1999, p. 22), quien considera que la subjetividad inherente a la valoración puede y debe ser reducida a través de un análisis exhaustivo de los datos que se tienen de partida, requerir la opinión de expertos para contrastar las hipótesis de futuro y aplicar varios métodos de valoración […] (Pérez-López, 2005, p.185-186).

Y finalmente, Vicente Montesinos-Julve (1978) expone que la valoración es un tipo especial de medición, encaminada a expresar numéricamente la postura subjetiva de los individuos frente a determinados cursos de acción.

Se evidencia entonces, una postura unificada frente a la presencia de subjetividad en el proceso de valoración o en la percepción sobre el concepto de valor que se maneja en el ámbito contable. Es natural por lo tanto, establecer que la contabilidad como disciplina de conocimiento de naturaleza social, aborde el concepto de valor como una relación social que permite establecer jerarquías a partir de la subjetividad.

Por lo anterior, dos interrogantes sobre esta perspectiva se hacen de interés particular; ¿Genera la subjetividad, o es generada a partir de algún tipo de incertidumbre? ¿Cómo abordar y tratar tal subjetividad?

A los anteriores cuestionamientos se tratará de dar respuesta en la siguiente sección.

3. La lógica difusa y las matemáticas de lo incierto y lo subjetivo.

Los fundamentos matemáticos de lo que hoy se conoce como lógica difusa tiene sus orígenes en el artículo Fuzzy sets (1965), escrito por el ingeniero iraní Lotfi A. Zadeh. Dicho artículo nace como una apuesta a los desarrollos y estudio de fenómenos marcados por la imprecisión y la ambigüedad.

En general, Zadeh (2008) define la lógica difusa como:

> Basically, fuzzy logic is a precise logic of imprecision and approximate reasoning. More specifically, fuzzy logic may be viewed as an attempt at formalization/mechanization of two remarkable human capabilities. First, the capability to converse, reason and make rational decisions in an environment of imprecision, uncertainty, incompleteness of information, conflicting information, partiality of truth and partiality of possibility – in short, in an environment of imperfect information. And second, the capability to perform a wide variety of physical and mental tasks without any measurements and any computations.(p. 28)

Por lo tanto, la teoría planteada por Zadeh, se convierte en toda una revolución científica, en un cambio de paradigma científico marcado en esencia por tres hechos fundamentales:

1. La lógica difusa incorpora y posibilita el tratamiento con premisas y etiquetas lingüísticas, predicados vagos, con el discurso y el lenguaje de sentido común de los seres humanos. Comprende los cuantificadores de cualidad de las inferencias que se realizan cotidianamente.
2. Incorpora en el tratamiento científico el razonamiento humano en ambientes inciertos.

3. A la postre de la teoría se han generado grandes avances en el entorno tecnológico e industrial. Han surgido un sin número de aplicaciones reales en el ámbito del control.

En este sentido, Lazzari, Machado & Pérez (2000, p. 6) sostienen que “lo que se busca a través de la metodología borrosa es describir y formalizar la realidad empleando modelos flexibles que interpreten las leyes que rigen el comportamiento humano y las relaciones entre los hombres.” En general, puede hablarse del planteamiento de una teoría que permite considerar y trabajar con el pensamiento humano en su estado más natural. La captación de la realidad, amplía su espectro de consideraciones, permitiendo incluir variables generadas a partir del comportamiento humano, a partir del lenguaje empleado en la cotidianidad por los hombres.

En particular, “la teoría de los subconjuntos borrosos es una parte de las matemáticas que se hallan perfectamente adaptadas al tratamiento tanto de lo subjetivo como de los incierto” (Gil Aluja & Kaufmann, 1993, p. 18). Surge pues, la consolidación y formalización de herramientas teóricas para abordar aspectos que hasta la fecha no habían sido tenidas en cuenta en el trabajo científico, ejemplo de ello, la subjetividad.

La lógica difusa va a permitir el desarrollo de la denominada, por Gil Aluja (2000), como teoría de la incertidumbre en el ámbito económico y empresarial. Dicha teoría, distingue entre dos tipos de incertidumbre; la incertidumbre epistémica y la incertidumbre óntica.

Se entiende por incertidumbre epistémica, la ausencia de conocimiento claro, seguro y evidente, bien sea objetiva o subjetivamente, es decir, por el estado psicológico del sujeto que se cree o no en posesión de tal conocimiento; mientras que la incertidumbre óntica se refiere a lo incierto en los hechos o entes (Pérez, 1999) (Ramírez, 1988). La teoría de la incertidumbre se encarga de analizar, en particular, la incertidumbre epistémica.

Específicamente, cuando se trata de incertidumbre bajo este marco de referencia, se está haciendo alusión a la falta de seguridad sobre la verdad del conocimiento, a la imposibilidad de establecer una medida a través de la probabilidad; no se establece, en sentido estricto, la falta de conocimiento total, sino de conocimiento perfecto, es decir, la presencia de inexactitud de la representación pretendida y/o alcanzada de un concepto o ente, la vaguedad en la verdad de un enunciado, la aproximación de un enunciado, la posibilidad de la verdad de un enunciado. En ultimas, una teoría del conocimiento posible o teoría de la posibilidad, en el sentido de Zadeh, aplicada a las ciencias económicas administrativas y contables, al entorno de las organizaciones.

En este sentido, Zimmermann (2001) plantea, que aunque no existe un consenso general sobre el significado preciso de incertidumbre, al reconocer sus causas, se puede identificar el tipo de herramientas más adecuadas. Entre las causas de incertidumbre que pueden asociarse a la subjetividad aquí plateada se evidencian:

1. Abundancia de información. Esta situación se ejemplifica en el mundo real, por los fenómenos que se definen o se describen a través de un gran número de características o propiedades y por su imposibilidad de procesarlos todos.
2. Creencias. Asociada a situaciones de incertidumbre en las cuales la información disponible para el observador es subjetiva en términos de datos dados a partir de expertos.

Por lo tanto, la subjetividad presente en los fenómenos contables, en particular, en un proceso de valoración, se debe a la complejidad de los hechos u objetos sociales tratados, a la gran cantidad de información que de ellos emanan y a la imposibilidad de contemplar todo el volumen de dicha información. A su carácter cambiante. De igual forma, al existir unos intereses particulares sobre un proceso de valoración específico y al recolectar información quizás objetiva, pero que puede ser interpretada desde diferentes ópticas, se convierte la subjetividad en un factor de incertidumbre.

Frente a lo anterior, se puede afirmar que a partir del surgimiento de la lógica difusa, se establece un marco de referencia y herramienta para el estudio de ambientes marcados por la incertidumbre y la subjetividad presentes en gran medida en los entornos organizacionales, las empresas y frente a los cuales la economía, la administración y lo contable se hayan fuertemente ligadas

En este sentido, Reig, Sansalvador & Trigueros, (2000, p. 92) manifiestan: “surge una nueva técnica que puede ser útil en economía, llamada Fuzzy Logic, ya que supera las limitaciones de la teoría probabilística, permitiendo el tratamiento de la incertidumbre provocada por el ambiente donde se desenvuelve la empresa.”

En la misma línea, Gil Aluja & Kaufmann (1993, p. 21) plantean que:

> La complejidad de los problemas y la imprecisión de las situaciones ha hecho necesario introducir esquemas matemáticos más flexibles y adecuados a la realidad. La teoría de los subconjuntos borrosos ha permitido el nacimiento de unas técnicas que van a facilitar la solución de aquellos problemas en los que la incertidumbre aparece de manera fundamental.

Así pues, se concluye que: 1. la subjetividad presente en el ámbito contable es producto y es factor de incertidumbre, 2. Tal incertidumbre y subjetividad ha encontrado en la lógica difusa o borrosa una herramienta apta para su tratamiento.

A continuación se describen los elementos matemáticos más relevantes propios de la teoría de los subconjuntos borrosos, como faceta propia de la lógica difusa.

4. La teoría de los subconjuntos borrosos.[1]

A continuación se describen algunos de los conceptos más importantes de la teoría y empleados en los propósitos del presente documento.

Definición 1. Sea un universo *X* continuo o discreto, un subconjunto borroso $\tilde{A}$ es una función $\mu_{\tilde{A}}: X \to [0,1]$ que asigna a cada elemento del conjunto *X* un valor $\mu_{\tilde{A}}(x)$ perteneciente al intervalo [0,1], llamado *grado o nivel de pertenencia* de *x* a $\tilde{A}$. (Lazzari, 2010, p. 98).

Donde $\tilde{A}$ denota tanto al subconjunto como a la función de pertenencia asociada, es decir, un subconjunto borroso $\tilde{A}$ está perfectamente caracterizado por los pares ordenados $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}), x \in X\}$. Los conjuntos nítidos pueden expresarse como un caso particular de los subconjuntos borrosos. Por ejemplo: la función de pertenencia de un intervalo cerrado $[a, b]$ de números reales es: (Lazzari, 2010, p. 99).

$$\forall x \in \mathbb{R}: \mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & si \quad x \in [a, b] \\ 0 & en\ otro\ caso \end{cases}$$

Es decir, para establecer un subconjunto difuso, se fijan los elementos y sus correspondientes valores o grado de pertenencia.

---

[1] Para un ampliación sobre la teoría de los subconjuntos borrosos, sus propiedades, aritmética y formalización se pueden consultar (Kaufmann & Gil Aluja, 1987) (Lazzari, 2010) (Gil Aluja & Kaufmann, 1993), (Castiblanco F. , 2016)

Definición 2. Intervalo de confianza. Dados dos números reales a_1 y a_2, tales que $a_1 \leq a_2$, se llama intervalo cerrado de extremos a_1 y a_2 al conjunto de números reales ($\mathbb{R}$).

$$[a_1, a_2] = \{x: x \in \mathbb{R} \wedge a_1 \leq x \leq a_2\}$$

a_1 es el extremo inferior o izquierdo y a_2 es el extremo superior o derecho. (Lazzari, El comportamiento del consumidor desde una perspectiva fuzzy. Una aplicación al turismo. , 2010, pág. 114)

Definición 3. La *Altura* de un subconjunto borroso $\tilde{A}$ es el mayor valor que toma la función de pertenencia: $h(\tilde{A}) = \underset{x \in X}{Sup}\ \mu_{\tilde{A}}(x)$. Es decir, el mayor valor que alcanza la función.

Definición 4. El subconjunto borroso $\tilde{A}$ es *normal,* si y solo si para todo *x* perteneciente a *X*, se verifica que $\max \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$, o sea que $h(\tilde{A}) = 1$.

Definición 5. Sea un subconjunto borroso $\tilde{A}$ del referencial *X*. Se llama α-*corte* o *conjunto de nivel* α de $\tilde{A}$ al conjunto nítido $A_\alpha = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$ para todo $\alpha \in (0, 1]$ (Kaufmann, 1982, citado por Lazzari, 2010, p. 100). Es decir, que un α-*corte* de un subconjunto borroso es el conjunto nítido que contiene todos los elementos del conjunto referencial cuyos grados de pertenencia al subconjunto borroso son mayores o iguales que el valor especificado de α (Klir y Yuan, 1995, citados por Lazzari, 2010, p. 100). Se define el α-*corte* para $\alpha = 0$, como la clausura[2] de la unión de los A_α, con $0 < \alpha \leq 1$.

Definición 6. Un subconjunto borroso $\tilde{A}$ de $\mathbb{R}$ (el conjunto de los números reales), es *convexo* si y solo si, para todo $\alpha \in (0, 1]$, el α-corte correspondiente es un intervalo cerrado de $\mathbb{R}$ (o sea es un subconjunto convexo de números reales).

A partir de los conceptos de subconjunto borroso e intervalo de confianza, se puede definir de dos maneras equivalentes los números borrosos; dichas definiciones permiten representar un mismo número borroso. Se define según lo expuesto por Kaufmann y Gil Aluja (1987, p. 43).

Definición 7.

[2] "La *clausura* de un conjunto A es el menor subconjunto cerrado que contiene a A, es decir, que es la intersección de todos los subconjuntos cerrados que contiene a A, y se denota A^-. El conjunto A^- es un conjunto cerrado" (Ying-Ming y Mao-Kang, 1997, citados por Lazzari 2010, p. 100).

a) Un número borroso o difuso $\tilde{A}$ es un subconjunto borroso normal y convexo de $\mathbb{R}$., es decir, aquel cuya función de pertenencia $\mu_{\tilde{A}}(x)$ es normal y convexa.
b) Un número borroso o difuso $\tilde{A}$ se halla formado por una secuencia finita o infinita de intervalos de confianza con las siguientes propiedades:
   1. Se afecta a cada intervalo de confianza un valor $\alpha \in [0,1]$, de tal manera que dos intervalos de confianza diferentes no pueden tener el mismo valor α. Dicho valor α se denomina "*nivel de presunción*".
   2. Si se designa por $A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)\,]$ el intervalo de confianza de nivel α. Se debe cumplir $(\alpha', \alpha) \Rightarrow (A_\alpha \supset A_{\alpha'})$. Dicho de otra manera, los intervalos de confianza deben encajarse, estrictamente o no, los unos con los otros.
   3. Existe un intervalo y solo uno que puede reducirse a un real único.

Por lo tanto, un número borroso $\tilde{A}$ es una generalización del concepto de intervalo de confianza; es decir, se considera una familia de intervalos que cumplen las condiciones 1), 2) y 3); el intervalo de confianza de nivel α se designa por A_α y se denomina, "α -corte de *A*".

En conclusión, un número borroso $\tilde{A}$ puede ser representado de dos maneras:
1. Por medio de α –cortes, $\forall\alpha \in [0,1]$ denotado A_α.
2. Por su función de pertenencia $\mu_{\tilde{A}}(x)$.

En este sentido, los números borrosos al ser subconjuntos borrosos, se pueden representar por sus α-cortes de manera única; en particular, al ser subconjuntos borrosos convexos, todos los α-cortes son intervalos cerrados de números reales (Lazzari, 2010, p. 118).

Dados dos números borrosos $\tilde{A}$ y $\tilde{B}$ mediante sus α-cortes, $A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)\,]$ y $B_\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)\,]$ y para todo $\alpha \in [0,1]$ se tiene:

1. *Igualdad de dos números borrosos*:

$A_\alpha = B_\alpha$ si y solo si,

$$[a_1(\alpha), a_2(\alpha)\,] = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)\,]$$

2. *Suma de números borrosos*:

$$A_\alpha + B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)\,] + [b_1(\alpha), b_2(\alpha)\,] = [a_1(\alpha) + b_1(\alpha),\; a_2(\alpha) + b_2(\alpha)]$$

3. *Resta:*

A_α- $B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ - $[b_1(\alpha), b_2(\alpha)] = [a_1(\alpha) - b_2(\alpha),\ a_2(\alpha) - b_1(\alpha)]$

4. *Multiplicación*:

$$A_\alpha\ B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]\ [b_1(\alpha), b_2(\alpha)] =$$
$$[Min\ \{a_1(\alpha)b_1(\alpha),\ a_1(\alpha)b_2(\alpha), a_2(\alpha)b_1(\alpha), a_2(\alpha)b_2(\alpha)\},$$
$$Max\ \{(a_1(\alpha)b_1(\alpha),\ a_1(\alpha)b_2(\alpha), a_2(\alpha)b_1(\alpha), a_2(\alpha)b_2(\alpha)\}]$$

Lo cual para el caso de números reales positivos ($\mathbb{R}^+$), se reduce a:

$$A_\alpha\ B_\alpha = [a_1(\alpha)b_1(\alpha),\quad a_2(\alpha), b_2(\alpha)]$$

5. *División:*

$$A_\alpha \div B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)] \div [b_1(\alpha), b_2(\alpha)] =$$
$$\left[Min\left\{\frac{a_1(\alpha)}{b_1(\alpha)}, \frac{a_1(\alpha)}{b_2(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_1(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_2(\alpha)}\right\}, Max\left\{\frac{a_1(\alpha)}{b_1(\alpha)}, \frac{a_1(\alpha)}{b_2(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_1(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_2(\alpha)}\right\}\right]$$

Siempre que esté definido el cociente.

Para el caso de números borrosos en $\mathbb{R}^+$ se tiene:

$$A_\alpha \div B_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)] \div [b_1(\alpha), b_2(\alpha)] = \left[\frac{a_1(\alpha)}{b_2(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_1(\alpha)}\right] \text{ para todo } \alpha \in [0,1]$$

Los números borrosos triangulares (NBT), son una clase particular de números borrosos, caracterizados por poseer función de pertenencia de tipo lineal, y cuya representación gráfica forma un triángulo con el eje *x*. Por lo tanto, todo NBT $\tilde{A}$ posee una función $\mu_{\tilde{A}}(x)$ de la siguiente forma:

Para todo $x \in \mathbb{R}$, se define la función,

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & si \quad x \le a_1 \\ \dfrac{x + a_1}{a_2 - a_1} & si \quad a_1 \le x \le a_2 \\ \dfrac{-x + a_3}{a_3 - a_1} & si \quad a_2 \le x \le a_3 \\ 0 & si \quad a_3 \le x \end{cases}$$

O mediante sus α-cortes:

$$A_\alpha = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_3 - a_2)\alpha + a_3]$$

Es decir, un NBT queda perfectamente identificado por los tres valores a_1, a_2, a_3, y por lo tanto, puede ser representado como:

$$\tilde{A} = [a_1, a_2, a_3] \text{ donde } a_1 \le a_2 \le a_3$$

Por lo tanto, para el NBT definido por $A_\alpha = [3\alpha + 2, -3\alpha + 8]$ o con función de pertenencia,

$$\Omega(x) = \begin{cases} 0 \quad si \quad x \le 2 \\ \dfrac{x-2}{3} \quad si \quad 2 \le x \le 5 \\ \dfrac{-x+8}{3} \quad si \quad 5 \le x \le 8 \\ 0 \quad si \quad 8 \le x \end{cases}$$

Se tiene la representación dada por $\tilde{A} = [2,5,8]$.

Bajo dicha representación $a_1 = 2$ y $a_3 = 8$ designan el valor mínimo y el valor máximo, es decir, con nivel de pertenencia $\alpha = 0$, mientras que $a_3 = 5$ designa el valor con mayor nivel de pertenencia, es decir, $\alpha = 1$. Su gráfica se presenta en la figura 1.

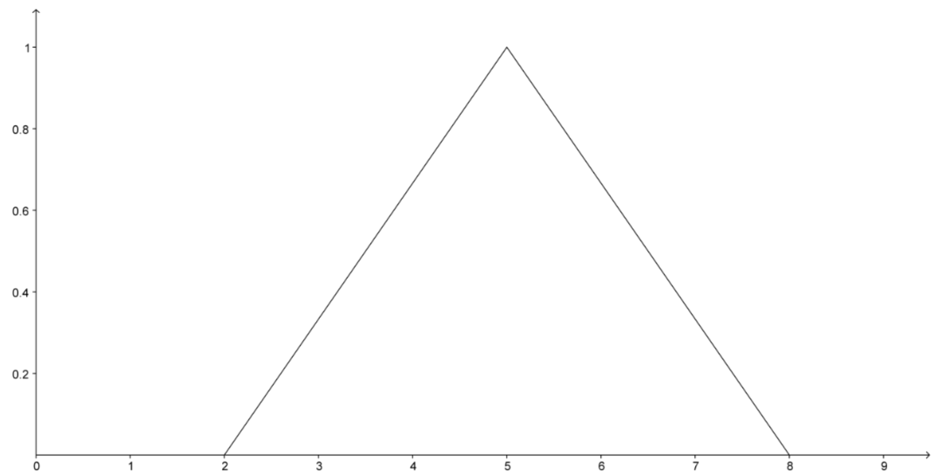

Figura 1. Número triangular borroso [2, 5, 8]

A partir de esta representación para los NBT, las operaciones básicas se obtienen como se muestra en el siguiente ejemplo:

Dados $\tilde{A}$ y $\tilde{B}$ dos NBT representados mediante $\tilde{A} = [2,3,8]$ y $\tilde{B} = [5,7,9]$

$$\tilde{A} + \tilde{B} = [2,3,8] + [5,7,9] = [2+5, 3+7, 8+9] = [7,10,17]$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = [2,3,8] - [5,7,9] = [2-9, 3-7, 8-5] = [-7,-4,3]$$

Para *k* =3, $3\tilde{A} = [Min(6,24), 3(3), Max(6,24)] = [6,9,24]$

Sin embargo, la multiplicación y división entre dos NBT no siempre dan como resultado un NBT, es decir, con funciones lineales; por lo tanto, dicha operación entre los mismos deberá ser desarrollada a partir de sus representaciones como $\alpha - cortes$, para obtener el número borroso no triangular. El número borroso obtenido, contendrá igualmente dos valores extremos, límites de las posibilidades y un valor central que designa el dato con mayor nivel de posibilidad; sin embargo, sus funciones no serán lineales, sino funciones de segundo grado (en el caso de la multiplicación), manteniendo las propiedades de convexidad y normalidad, características de un numero borroso.

5. La borrosificación como metodología en el proceso de valoración.

El tratamiento de la información a partir de la teoría de los subconjuntos borrosos se hace viable a partir de la identificación de las características de los datos tratados. Si los datos se manifiestan de forma imprecisa, incierta no probabilizable o a través de estimaciones dadas por expertos, se hace de gran utilidad emplear la metodología Fuzzy para su tratamiento. Bajo ninguna perspectiva va a ser posible reducir la incertidumbre o la subjetividad presente, pero si va a poder ser contemplada dentro del tratamiento de los datos. A través de un caso aplicado, se presenta la manera como la lógica difusa permite dicho tratamiento.

Se parte del proceso de borrosificación, definido como la metodología empleada para la conversión de la variable cuyas características son de inexactitud, vagues, incertidumbre o subjetividad, en un dato representado por un subconjunto borroso. Por lo general, dicho proceso se realiza mediante la conversión de los valores reales dados para la variable, como aproximaciones borrosas reales de dicho número. Tal método de borrosificación, entre otros existentes, se conoce con el nombre de *singleton* (Martin del Brio & Sanz, 2002).

Por ejemplo, se busca calcular el valor en uso de un activo o unidad generadora de efectivo[3] (UGE) y para ellos, si se estima que el valor del flujo de caja proyectado para cierto periodo se va a encontrar entre 120 unidades monetarias (u.m.) y 175 u.m. siendo el valor con mayor posibilidad 156 u.m. estos tres valores permiten determinar en particular un NBT que sería expresado como [120, 156, 175]. Nótese que bajo la información planteada no es posible establecer con certeza una distribución de probabilidad.

---

[3] La NIC 36 define Valor en uso como "el valor presente de los flujos futuros de efectivo estimados que se espera obtener de un activo o unidad generadora de efectivo." (Párrafo 6).

Borrosificada la información, se aplican las operaciones definidas para los números borrosos en el cálculo del valor presente del flujo de caja proyectado; el resultado será nuevamente un dato borroso mediante el cual se expresa la inexactitud e incertidumbre de las variable trabajada.

Sin embargo, en muchas ocasiones se hace necesaria la estimación de la variable incierta mediante un valor cierto, es decir a través de la asignación de un valor real. Este proceso es conocido como desborrosificación de números borrosos. Existen diferentes métodos para la obtención de números reales a partir de números borrosos; Sánchez (2000) destaca los métodos clásicos (media borrosa y centro de área), el indicador de valor de Delgado y el valor esperado de un número borroso.

La desborrosificación de un NBT mediante el cálculo del valor esperado es uno de los más empleados debido a su gran simplicidad. Dado un NBT $\tilde{A} = [a_1, a_2, a_3]$ donde $a_1 \leq a_2 \leq a_3$, el valor esperado de $\tilde{A}$ de define como

$$VE[\tilde{A}] = \frac{a_1+2a_2+a_3}{4}.$$

Para el ejemplo dado anteriormente se tendría que el valor esperado es:

$$VE[\tilde{A}] = \frac{120 + 2(156) + 175}{4} = 151{,}75$$

El cual difiere claramente del promedio o media aritmética de los tres valores que definen el NBT. Este hecho particular, se da debido a la asimetría del NBT.

Para la aplicación completa de la metodología Fuzzy se plantea la siguiente situación:

> Se ha determinado que los flujos de efectivo generados por un activo o UGE para los próximos cuatro (4) años de cierta organización se encuentran dados por las siguientes expresiones; para el primer año el importe estimado se encuentra en algún valor entre 70 u.m. y 200 u.m. siendo el más posible 150 u.m. Para el segundo año el importe estimado se encuentra entre 80 u.m. y 210 u.m. siendo el más posible 170 u.m. Para el tercer año el valor se encontrará entre 85 u.m. y 220 u.m. siendo el valor con mayor posibilidad de acaecimiento 180 u.m., y finalmente, para el cuarto año el valor estimado se encontrará entre 90 u.m. y 225 u.m. siendo el más posible 195 u.m. Se solicita hallar el valor de uso del activo o UGE correspondiente, con una tasa de descuento del 7%. Se consideran para el activo un valor razonable de 530 u.m. y un valor en libros de 560. u.m.

Dado el tipo de información imprecisa y surgida de la experticia de quien realiza el proceso, se lleva a cabo el proceso de borrosificación. Pata tal fin, expresiones como:

… para el primer año el importe estimado se encuentra en algún valor entre 70 u.m. y 200 u.m. siendo el más posible 150 u.m.

Plantean que la estimación sobre el flujo de caja se encuentra con un alto grado de *proximidad* al valor de 150 u.m, es decir, el valor estimado aunque se pueda hallar entre 70 u.m. y 200 u.m, se encuentra más cercano al valor de 150 u.m. Por lo tanto, si el valor de 1 representa absoluta cercanía a 150 y 0 representa no proximidad a 150, se puede establecer una función a trozos con rango entre 0 y 1 que represente, para los demás valores de manera gradual, la proximidad al valor con mayor posibilidad.

De forma clara, la cercanía al valor de 150 u.m. se puede establecer mediante una relación lineal entre los valores estimados y el intervalo [0,1]; a mayor cercanía a 150 u.m mayor cercanía a 1. Por lo tanto, la función que modela tal situación es:

$$\mu_p = \begin{cases} 0 & si \quad x \leq 70 \\ \dfrac{x-70}{80} & si \ \ 70 \leq x \leq 150 \\ \dfrac{-x+200}{50} & si \ \ 150 \leq x \leq 200 \\ 0 & si \ x \geq 200 \end{cases}$$

Así pues, una estimación para el flujo de efectivo esperado de 140 u.m. tiene un grado de pertenencia dado por,

$$\mu_{\tilde{P}}(160) = \frac{-160+200}{50} = 0{,}8$$

Mientras que una estimación de 90 u.m. tiene un grado de pertenencia dado por,

$$\mu_{\tilde{P}}(90) = \frac{90-70}{80} = 0{,}25$$

De manera clara, conforme un valor contemplado en la estimación se aleja del valor con mayor posibilidad, disminuye su grado de pertenencia. Sin embargo, sigue siendo contemplado para el análisis.

Con lo anterior, a la estimación planteada se le ha asignado el NBT $\tilde{P}$ =[70, 150, 200] mediante sus valores reales, es decir mediante el *singleton*. Las demás estimaciones borrosificadas se presentan en tabla 1.

Tabla 1. Flujos de fondo esperado como NBT.

AÑO	FLUJO DE FONDO ESPERADO
1	$\tilde{P}_1$ =[70, 150, 200]
2	$\tilde{P}_2$ = [80, 170, 210]
3	$\tilde{P}_3$ = [85, 180, 220]
4	$\tilde{P}_4$ = [90, 195, 225]

Fuente. Elaboración propia

En este punto es importante resaltar, que el proceso de borrosificación pudo haberse establecido incluso a partir de la información plasmada en los presupuestos financieros desde una perspectiva borrosa, es decir, en Martínez y Ferrando (1997) y en Castiblanco (2014a), (2016), se plantea la aplicación de la teoría de los subconjuntos borrosos en el establecimiento de los presupuestos de las organizaciones. Con lo cual, la borrosificación de los datos inciertos se hereda y se asume desde el proceso de planificación financiera.

Ahora bien, considerados los flujos de caja esperados como NBT se procede al cálculo del valor presente, con base en las operaciones definidas en la sección 2.1.

$$\widetilde{VP}_1 = \frac{1}{(1+0.07)^1}([70, 150, 200]) = [65.42,\ 140.18,\ 186.9]$$

$$\widetilde{VP}_2 = \frac{1}{(1+0.07)^2}([80, 170, 210]) = [69.87,\ 148.48,\ 183.42]$$

$$\widetilde{VP}_3 = \frac{1}{(1+0.07)^3}([85, 180, 220]) = [69.38,\ 146.93,\ 179.58]$$

$$\widetilde{VP}_4 = \frac{1}{(1+0.07)^4}([90, 195, 225]) = [68.66,\ 148.76,\ 171.65]$$

Con lo cual se obtiene:

Valor presente de flujo de efectivo esperado borroso: $\widetilde{VP}$= [273.33, 584.35, 721.55]

El cual es equivalente al valor de uso del activo o UGE.

Obtenido el NBT que contempla la incertidumbre y subjetividad propia de la estimación planteada, se hace necesario aplicar el proceso de desborrosificación de tal forma que se asocie un número real representativo del NBT. Para dicho proceso, se emplea el método del valor esperado para un NBT. Por lo tanto, el valor después de dicho proceso será: (denotado como V_d)

$$\textit{Valor de uso del activo o UGE: } V_d = \frac{1}{4}(273.33 + 2(584.35) + 721.55) = 540.9$$

En primera instancia, debido a la construcción de la teoría de los subconjuntos borrosos y su sustento matemático, la incertidumbre y la subjetividad quedan contempladas dentro del tratamiento de la información y se vislumbran todos los posibles escenarios de acaecimiento de los sucesos. Por otro lado, se puede inferir de lo planteado en el Apéndice A de la NIC 36, que la idea es establecer "una mejor estimación del valor en uso que los importes mínimo, más probable o máximo tomados de forma aislada" (párrafo A11). Por lo tanto, la metodología aquí expuesta cumple con dicho propósito.

De igual forma si se compara, el valor de uso hallado mediante la metodología borrosa con el valor de uso empleando las estimaciones dadas por la norma se encuentra la siguiente diferencia; la norma propone hallar la relación entre el máximo, el mínimo y valor más posible mediante el promedio de los tres valores, es decir, para el ejemplo expuesto se tiene: el flujo de efectivo esperado para el primer periodo es $F_1 = \left(\frac{70+150+200}{3}\right) = 140$ con lo cual su valor presente correspondiente seria $VP_1 = \frac{140}{(1+0.07)^1}$=130.84. Repitiendo este proceso para los flujos de efectivo de los siguientes periodos se obtiene, (se denota V_m)

$$\textit{Valor de uso del activo o UGE: } V_m = 526.33 \text{ u.m.}$$

Bajo esta metodología se obtiene un menor valor de uso y por consiguiente, según los datos planteados en la situación específica, no se tomaría para determinar el valor de deterioro. Particularmente, el deterioro del valor del activo o UGE sería mayor. La tabla 2, muestra la comparación entre las dos metodologías empleadas,

Tabla 2. Comparación entre metodologías empleadas para determinar el deterioro del valor un activo o UGE

Información	Metodología por promedio	Metodología Borrosa
Valor en libros	560 u.m	560 u.m
Valor razonable	530 u.m	530 u.m
Valor de Uso	526.33 u.m	540.9. u.m
Valore Recuperable	530 u.m	540.9 u.m
Deterioro de del valor del activo o UGE.	30 u.m	19.1 u.m

Fuente. Elaboración propia.

Deterioro del activo (metodología por promedio) = 560-530 = 30
Deterioro del activo (metodología borrosa): = 560- 540.9 = 19.1

La diferencia sustancial en los valores encontrados radica en el siguiente hecho: cuando se establece la estimación a partir del enunciado, *para el primer año el importe estimado se encuentra en algún valor entre 70 u.m. y 200 u.m. siendo el más posible 150 u.m.* se hace evidente que las diferencias por encima y por debajo del valor más posible no son iguales, con lo cual al tomar el promedio entre las cifras, dicha diferencia se deprecia.

Bajo la metodología borrosa, se considera que dichos diferenciales representados mediante la asimetría del NBT, son parte constitutiva y esencial de la imperfección e inexactitud de la información tratada. Por lo tanto, la estimación considerada como un NBT contempla la incertidumbre epistémica inherente al tipo de datos, y por ende permite un tratamiento de la información de manera más fiable.

CONCLUSIONES:

El proceso de estimación de valores localizados en el futuro conlleva de manera inevitable abordar y tratar la incertidumbre propia de los fenómenos económicos y financieros en prospectiva. Dicha situación, pone de manifiesto la existencia de diversas tipologías sobre la incertidumbre; en primer lugar se plantea un tipo de incertidumbre aleatoria, bajo la cual son conocidos los posibles eventos resultados de un acontecimiento, es decir, se puede establecer una función de probabilidad que modele el escenario futuro.

Por otra parte, se plantea una incertidumbre de tipo epistémico, que hace referencia a la ausencia de certeza o conocimiento seguro. Dentro de esta categoría, referida en particular al conocimiento, se encuentran conceptos como la ambigüedad, la vaguedad y la imprecisión. En particular se refiere a la dificultad, e incluso imposibilidad de establecer distribuciones de probabilidad a los acontecimientos.

Ante la incertidumbre epistémica, los números borrosos se adaptan en particular, al establecimiento de pronósticos y presupuestos en la organización, pues describen de manera amplia y concreta las estimaciones planteadas para tal proceso, sin dejar de lado la incertidumbre latente en el estudio de hechos o variables localizadas en el futuro.

El concepto de valor de uso de un activo o unidad generadora de efectivo, que permite en variadas ocasiones establecer el deterioro de valor de los mismos, pone en juego magnitudes confinadas en el futuro y por ende cargadas de incertidumbre. En particular, los flujos de efectivo esperado son una variable que se encuentra inmersa en un contexto incierto o subjetivo. Ante tal situación, la NIC 36 establece algunas situaciones y las posibles técnicas que permiten abordar tales contextos. Sin embargo, la manera como se aborda la incertidumbre epistémica, no permite siempre establecer estimaciones que reflejen de manera representativa la información tratada.

Frente a la anterior situación, la metodología borrosa, se convierte en una herramienta alternativa que permite considerar la imperfección e inexactitud de las estimaciones dadas. Dicha metodología establece valores más cercanos en cuanto a la evolución en términos financieros de los activos o UGE, por cuanto no excluye ni distribuye siempre en igual proporción los posibles datos de un evento estimado.

Con lo anterior, se evita en gran medida devaluar o sobrevalorar los activos o UGE, por limitaciones en la información recopilada.

Trabajos citados

Arias Bello, M., & Sanchez Serna, A. (2011). Valuación de activos: Una mirada desde las normas internacionales de información financiera, los estandares internacionales de valuación y el contexto actual Colombiano. *Cuadernos de Contabilidad, 12*(30), 95-126.

Castiblanco, F. (2014a). Una mirada al presupuesto anual de ventas de Rautenstrauch y Villers a partir de los números borrosos: el manejo de la incertidumbre y a subjetividad. *Criterio Libre, 12*(20), 199-222.

Castiblanco, F. (2014b). *La teoria de los subconjuntos borrosos en el proceso presupuestario de las organizaciones.* Bogotá: Editorial universitaria de la Universidad La Gran Colombia.

Castiblanco, F. (2016). *La teoria de los subconjuntos borrosos en el proceso presupuestario de las organizaciones.* Bogotá: Editorial universitaria de la Universidad La Gran Colombia.

Gil Aluja, J. (2000). Genesis de una teoria de la incertidumbre. *Encuentros multidisciplinares, 2*(6), 1-8.

Gil Aluja, J., & Kaufmann, A. (1993). *Introducción de la teoria de los subconjuntos borrosos a la gestión de la empresa.* Santiago de Compostela: Milladoiro.

IFRS FOUNDATION. (2014). Norma Internacional de Contabilidad No. 36: Deterioro del Valor de los Activos. En *Normas Internacionales de Información Financiera.* IASB.

Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre* . Barcelona: Hispano Europea, S.A.

Lazzari, L. (2010). *El comportamiento del consumidor desde una perspectiva fuzzy. Una aplicación al turismo.* . Bueno Aires: EDINCO. Fondo Editorial consejo. .

Lazzari, L., Machado, E., & Peréz, R. (2000). Los conjuntos Borrosos: Una introducción. *Cuadernos del Cimbage*, 1-25.

Martin del Brio, B., & Sanz, A. (2002). *Redes neuronales y sistemas difusos.* Mexico D.F.: Alfaomega.

Martínez, F., & Ferrando , M. (Octubre-Diciembre de 1997). Un modelo de simulación borroso de planificación financiera. *Revista española de financiacion y contabilidad, XXVI*(93), 1091-1123.

Mattessich, R. (2002). *Contabilidad y métodos analíticos. Medición y proyección de la riqueza en la microeconomía y en la macroeconomía.* Buenos Aires: La Ley.

Montesinos Julve, V. (1978). La contabilidad como sistema de medición de las ciencias económicas. *Revista Española de financiación y contabilidad., 7*(26), 83-108.

Perez López, M. (2005). La influencia del valor razonable de los muebles inmuebles en el análisis de los estados financieros de la empresa inmobiliaria. *Tesis Doctoral.* Granada, España: Universidad de Granada.

Pérez, R. (1999). Epistemología de la incertidumbre . *Epistemología de la incertidumbre* (págs. 1-16). Madrid: Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras .

Ramírez, D. (1988). *Fundamentos metodológicos para el analisis económico en contextos de incertidumbre.* Barcelona: Universitat de Barcelona.

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

Sanchez, J. (2000). Estimacion de la estructura temporal de los tipos de interes mediante numeros borrosos. Aplicación a la valoración financiero-actuarial y el análisis de la solvencia del asegurador de vida. *Tesis de doctorado no publicada*. España: Universidad Rovira i Virgili.

Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control 8*, 333-353.

Zadeh, L. (2008). Is there a need for fuzzy logic. *Information sciences, 178*, 2751-2779.

Zimmermann, H.-J. (2001). *Fuzzy sets theory and its applications.* New York: Springer science .