

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE AUDITORÍA**



TESIS:

**TOMA DE DECISIONES EN SITUACION DE INCERTIDUMBRE EN
EL ÁREA CONTABLE UTILIZANDO LA MATEMATICA BORROSA
COMO NUEVA HERRAMIENTA PARA LOS ESTADOS
FINANCIEROS PROYECTADOS**

POSTULANTE: IVAN GUSTAVO MACIAS VALLE

TUTOR: Mg. Sc. JORGE VALDEZ MONTOYA

LA PAZ - BOLIVIA

***El mundo de la contabilidad es complejo
y con cierto grado de incertidumbre,
Lo que se trata es de poner límites a dicha incertidumbre.
Quiero agradecer a mi tutor Mg. Sc. Jorge Valdez
por haber confiado en un nuevo paradigma dentro
el área contable. A mi familia por haber tenido la suficiente
paciencia durante el transcurso de la investigación.
A los colaboradores Mg. Sc. Carlos Cassassa, Ing. Robert Paredes.
A los docentes, amigos y estudiantes de la carrera
ya que en ellos me inspiré para desarrollar este trabajo.
Y por último a mi madre, que a pesar de no estar
presente, me ilumina para ser mejor cada día.***

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. JUSTIFICACIÓN	6
2.1 Justificación Económica	6
2.2 Justificación Práctica	7
2.3 Justificación Social	7
2.4 Justificación Académica	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
4. OBJETIVOS	8
4.1 Objetivo General	8
4.2 Objetivos Específicos	8
5. HIPÓTESIS	9
6. ALCANCE	10
7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	10
7.1 Métodos de investigación	10
7.2 Tipo de investigación	11
7.3 Técnicas para recopilación de información	11
7.4 Técnicas verbales	12
7.5 Técnicas oculares	12
7.6 Técnicas documentales	12
7.7 Técnicas físicas	13
7.8 Fuentes de investigación	13
8. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	15
8.1 MARCO TEÓRICO	15
8.1.1 Consideraciones previas acerca de la Matemática Borrosa y la Contabilidad	15
8.1.2 Lógica Borrosa, breve historia y aplicaciones	19
8.1.3. Experiencias con Matemática Borrosa en Estados Unidos y Europa	25

8.1.4. Conjuntos Borrosos y funciones características	29
8.1.5. Fundamentos de Lógica Proposicional	34
8.1.6. Introducción a los Estados Financieros Proyectados	38
8.1.7. Componentes Estados Contables Proyectados	39
8.1.8. Bases Teóricas para la preparación y emisión de la información contable proyectada	
8.1.9. Principios teóricos	44
8.2 MARCO CONCEPTUAL	51
8.2.1 Toma de decisiones en condiciones de incertidumbre en el área contable	60
9. Intentos de aplicación de Matemática Borrosa en Contabilidad	64
10. Criterios recomendados por la International Federation of Accountants (IFAC) para la elaboración de Estados Financieros Proyectados	66
11. Criterios para la elaboración de Estados Financieros Proyectados de American Institute of CertifiedPublicAccountants (AICPA)	68
12. Métodos Tradicionales de Proyección	71
13. Método de Proyección Utilizando la Matemática Borrosa	75
14. Comprobación de la Hipótesis	82
15 Conclusiones	86
16. Recomendaciones	90
17 Bibliografía	91
ANEXOS	93
• Estados financieros: SOBOCE S.A., B.N.B., BANCO BISA	
• Análisis de Estados Financieros Utilizando Matemática Borrosa.	
• Deducción de la Formula General para proyectar Estados Financieros utilizando Matemática Borrosa.	
• Desarrollo Práctico Métodos Tradicionales para proyectar Estados Financieros.	

RESUMEN

Constantemente se lee y se escucha acerca de la complejidad en la cual se desarrollan las empresas actualmente, pero sobre todo dentro del marco de la incertidumbre de la contabilidad en la toma de decisiones, más específicamente en los Estados Financieros proyectados.

Los métodos tradicionales de proyección para Estados Financieros fueron contruidos para situaciones de certidumbre. Por lo tanto la introducción de un nuevo método para proyectar Estados Financieros utilizando la matemática borrosa como un instrumento valido, el cual toma en cuenta la incertidumbre y le pone límite o márgenes es necesaria. Los beneficios económicos serán los propios de la toma de decisiones financieras futuras. El aporte en lo social-empresarial, cambiara el estilo de vida tanto de empleados como de empresarios dando cierta seguridad relativa en los planes futuros de la empresa. La aplicación práctica es pertinente, ya que trata de una problemática real, conflictiva, que actualmente conlleva gran perjuicio a las empresas bolivianas. Por último un aporte a la carrera de Auditoría y la Universidad como conocimiento nuevo y moderno en la proyección de Estados Financieros en nuestro medio.

Habrà una comparación entre los métodos tradicionales de proyección de Estados Financieros con la nueva herramienta cual es la matemática borrosa, con ejemplos reales y prácticos en tres de las empresas más significativas de Bolivia. Se deducirá matemáticamente una formula general para proyectar Estados Financieros utilizando la matemática borrosa de manera que el cálculo sea rápido y no recurrente.

Por último se comprobará la hipótesis del trabajo de investigación. Se concluirá que es necesario un cambio de paradigma en los Estados Financieros proyectados. Se recomendará el uso de un nuevo instrumento matemático actual, moderno como es la matemática borrosa, de manera que el déficit de la incertidumbre en contabilidad estará cubierto.

TOMA DE DECISIONES EN SITUACION DE INCERTIDUMBRE EN EL ÁREA CONTABLE UTILIZANDO LA MATEMATICA BORROSA COMO NUEVA HERRAMIENTA PARA LOS ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS

1. INTRODUCCIÓN

En la carrera de Contaduría Pública se ha tenido la oportunidad de estudiar una de las áreas más apasionantes cual son las matemáticas, incluso tuve la oportunidad de dictarla como Auxiliar de Docencia, siempre tratando de relacionarla con lo que es la esencia misma de la profesión, la contabilidad.

En el desarrollo del presente trabajo de investigación científica se pretende aplicar una nueva herramienta, de tal modo que su utilización sea válida para la toma de decisiones en situación de incertidumbre en el ámbito del área contable en particular.

Cada vez con más frecuencia escuchamos o leemos sobre gestión empresarial acerca de la complejidad que rodea a las organizaciones y sobre todo el marco de incertidumbre en el que interactúan, frente a esta situación no es posible recurrir a la aplicación de las herramientas tradicionales de decisión. Esta incertidumbre se da por la sobre información, porque en los métodos y herramientas que se aplican en la gestión no existe un consenso, se siguen utilizando probabilidades subjetivas, presupuestos flexibles, selección de la alternativa mas conservadora, etc. ya que las mismas fueron diseñadas para trabajar en contextos de certeza, tornándose en consecuencia incompatibles. Estos métodos por si ya deforman los datos convirtiéndolos al grado de naturaleza incierta, por lo tanto en datos aleatorios.

La cuantificación de los datos inciertos por medio de una herramienta moderna en la cual se enmarcan estos datos, espera superar la deformación que se genera en el tratamiento de problemas inciertos y tratar los datos imprecisos como si fueran ciertos o estocásticos, justamente para evitar estos inconvenientes se propone la utilización de la matemática borrosa como soporte a las herramientas tradicionales en la contabilidad.

La matemática borrosa está disponible en las ciencias socioeconómicas, la pregunta que debe hacerse es sobre el aporte del planteamiento que se propone y la posibilidad de su aplicación en nuestro medio.

Lo novedoso es que se propone directamente un cambio a nivel de la práctica, aportando el modelo y los mecanismos para dar solución a la incertidumbre en la información mediante la aplicación de este novedoso método.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1 Justificación Económica

Con la aplicación de la nueva herramienta relacionada a situaciones de incertidumbre en el área contable, se reducirá principalmente los costos económicos, los costos propios que conlleva el tomar decisiones utilizando el actual proceso de planificación a futuro de las Empresas Bolivianas, lo cual actualmente genera tiempo adicional en la realización de actividades financieras y económicas.

Además se evitará la pérdida y distorsión de información de los estados financieros proyectados que ocasiona perjuicios y contratiempos económicos al desarrollo de las empresas en nuestro país.

2.2 Justificación Práctica

Pertinencia: El estudio de este problema en el área Contable, es pertinente porque se adecua a la realidad conflictiva que existe en ésta materia y tiende a solucionar un hecho real y actual que conlleva perjuicio a las personas e instituciones que son afectadas por la falta de información eficiente en el área financiera.

2.3 Justificación Social

El presente trabajo de investigación científica, presenta la propuesta de poder mejorar el sistema en la preparación de estados financieros futuros que representa un problema latente en la sociedad boliviana y particularmente en las instituciones, mediante este trabajo de investigación se obtendrá la solución a este problema para beneficio de la población en su conjunto, optimizando el estilo de planificación de vida de las empresas y la sociedad.

2.4 Justificación Académica

Los resultados obtenidos en la presente investigación, tendrán una gran repercusión académica, específicamente en la Carrera de Contaduría Pública de la UMSA, por que introducen un aporte nuevo y moderno al estudio de la temática importante de los estados financieros proyectados, nueva propuesta, manejada a nivel departamental en cuanto al tema a desarrollarse.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Problema:

¿Será que la minimización del grado de incertidumbre en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas, esta en función a la aplicación de nuevos instrumentos matemáticos de mayor validez?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

A través de un estudio a las empresas mas representativas a nivel nacional, establecer la existencia del grado de incertidumbre en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados, y que la reducción de las misma esta en función a la aplicación de nuevos instrumentos matemáticos y de mayor validez como lo es la Matemática Borrosa.

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar que las empresas bolivianas más representativas a nivel empresarial tiene un alto nivel de incertidumbre en la proyección de estados financieros y respecto a su toma de decisiones.
- Examinar nuevos instrumentos matemáticos actuales, innovadores y válidos para la proyección de los estados financieros en las empresas bolivianas.
- Establecer la factibilidad de la aplicación de nuevos instrumentos matemáticos actuales, innovadores para la proyección de los estados financieros de las empresas bolivianas.

- Aplicar en casos prácticos instrumentos matemáticos actuales, innovadores y validos para la proyección de los estados financieros de las empresas bolivianas y a partir del mismo establecer que al utilizarlos disminuye el grado de incertidumbre.

5. HIPÓTESIS

La minimización del grado de incertidumbre en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas, está en función a la aplicación de nuevos instrumentos matemáticos de mayor validez.

Variable Independiente

Variable Independiente	Comportamiento
Aplicación de un nuevo instrumento matemático de mayor validez	La causa radica en que, para elaborar estados financieros proyectados se toma en cuenta los valores numéricos que generan los estados financieros estáticos y no así todos las demás proporciones que están dentro de esos valores numéricos.

Variable Dependiente

Variable Dependiente	Comportamiento
Minimización de la incertidumbre en los estados financieros proyectados	El efecto o consecuencia que se origina a partir de una decisión tomada en condiciones de incertidumbre en la mayoría de los casos, ha significado una pérdida administrativa significativa al punto de poner en duda la continuidad del emprendimiento. Tener cierta certidumbre comprobada es un alivio para los responsables de la proyección de los estados financieros.

6. ALCANCE

Los Estados financieros, serán proporcionados por el departamento contable de las empresas SOBOCE, Banco BISA y Banco Nacional de Bolivia por ser empresas representativas en su rubros

Se tiene que resaltar que dichos estados financieros, serán los consolidados hasta la gestión 2008, pero no auditados, por todos los puntos expuestos en la justificación de este trabajo tenemos que partir por la información disponible que se maneja en ese momento por todos los usuarios.

7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

7.1 Métodos de investigación

De acuerdo a lo que afirma (Hurtado, 2000) "La metodología es el área del conocimiento que estudia los métodos generales de las disciplinas científicas".

Se concluye que la metodología incluye los métodos, las técnicas, las estrategias y los procedimientos que utilizará el investigador para lograr los objetivos.

En el presente trabajo de investigación científica, el método de investigación será el **"inductivo y el matemático"** el primero parte de los hechos específicos, en este caso el análisis de las empresas en estudio, llegando a un análisis de los aspectos generales.

7.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación será el **“analítico descriptivo y el matemático”** el cual nos permite identificar el área específica, a ser analizada en base al seguimiento de los procedimientos empíricos realizados por las empresas.

(Danhke, 1986) afirma que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de las personas, grupos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”.

“La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos cuya característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta, en este caso de los estados financieros. Un estudio descriptivo selecciona una serie de cuestiones y se mide o recopila información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga” (Tamayo y Tamayo, 1997).

La metodología utilizada cumple con el propósito de obtener evidencia relevante, competente y suficiente donde se utilizará el procedimiento de observación de los estados financieros con relación a la información contenida en los documentos financieros proporcionados.

7.3 Técnicas para la recopilación de información

(Berelson,1971) “La recopilación de contenidos para su análisis cuantitativo denominado análisis de contenido, aunque es un método que abarca una forma de recopilar contenidos y los prepara para su análisis estadístico”.

La recopilación de información se basa en los hechos reales que fueron analizados y examinados durante la preparación del trabajo. Por la naturaleza de

la Tesis, la documentación e información necesaria será proporcionada por las Empresas objeto de estudio, entre los cuales se obtiene:

7.4 Técnicas Verbales

- **Entrevista;** Consiste en la obtención de información sobre las actividades examinadas, mediante entrevistas directas a funcionarios de la entidad.
- **Encuesta;** Consiste en la obtención de información a través del uso de formularios específicos que se dirigen a los funcionarios de la entidad con preguntas predefinidas, que permiten conocer las tendencias en determinadas actividades.

7.5 Técnicas Oculares

(Sabino, 1997) “La observación directa es aquella que a través de la cual se pueden conocer los hechos y situaciones de la realidad social”

- **Observación directa;** Consiste en efectuar una verificación de determinadas áreas, operaciones, procesos, etc.
- **Comparación;** Consiste en determinar la similitud de diferencia de dos o más conceptos.

7.6 Técnicas Documentales

- **Cálculo;** Es utilizada para verificar la exactitud aritmética de los informes, contratos, comprobantes, proyecciones y otros. Consiste en repetir los procedimientos del registro de las operaciones para determinar su corrección, con el objeto de asegurarse de que los mismos sean correctos.

- **Comprobación;** Permite verificar la existencia, legalidad y legitimidad del registro de las operaciones realizadas, mediante la revisión de los documentos que lo justifican, también constituye el esfuerzo realizado para cerciorarse o asegurarse de la veracidad de un hecho.

7.7 Técnicas Físicas

- **Inspección;** Involucra el examen físico y ocular de algo, la aplicación de esta técnica es sumamente útil en lo relacionado a la constatación de documentos que evidencian estados financieros.

7.8 Fuentes de investigación

Las fuentes de investigación a ser aplicadas al presente trabajo son fuentes **primarias, secundarias y terciarias** que a la vez se dividen en fuentes internas y externas.

(Danhke, 1989) “Son compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (son listados de fuentes primarias). Es decir procesan información de primera mano”.

Internas

Consiste en recopilar la información de la entidad objeto de estudio, como ser toda la documentación que se registren a fines específicos derivados de sus operaciones propias como parte del trabajo que se realiza en la empresa, como ser: comprobantes, estados financieros, reglamentos y otra documentación ligada directamente con la empresa en estudio.

Externas

Recopilación de normativas, disposiciones y otros que normen el funcionamiento de la Empresa, para de esta manera conocer bajo que reglamento debe funcionar.

8. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

8.1 MARCO TEORICO

8.1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS ACERCA DE LA MATEMATICA BORROSA Y LA CONTABILIDAD

La matemática borrosa se apoya en la posición multidisciplinaria de la investigación científica; la cual, a partir de aplicar ciencia formal a teorías y reglas de acción de las ciencias económico-sociales, posibilita adoptar un criterio de racionalidad.

Entonces el modelo y las reglas de acción que se puedan proponer para el tratamiento en la contabilidad, deben ser justificados desde un punto de vista práctico. De este modo debe partirse aceptando que se trata de una simplificación de la realidad, en el ámbito de las organizaciones el tratamiento de la incertidumbre se caracteriza por la simplificación de la realidad y la obtención de precisión, cuyo empleo deberá optimizar la disciplina contable, tratando de incorporarle proposiciones referidas a la matemática borrosa, de manera que se facilite la formulación de predicciones enmarcadas en procesos de toma de decisiones.

El papel fundamental que juegan dentro de las ciencias los llamados “paradigmas”. Thomas Kuhn los definió como “realizaciones científicas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica. Un paradigma es, entonces, lo que comparten los miembros de una comunidad científica y –a la inversa- una comunidad científica consiste en unas personas que comparten un paradigma”¹.

¹Kuhn, T. S. “La estructura de las revoluciones científicas” Fondo de Cultura Económica. México. 1985. Cap. V

Sin embargo, ningún paradigma, por muy conceptualizado o muy generalizado que se encuentre, no es capaz de dar respuesta a todos los problemas y es por esto que no son perdurables es más, unos paradigmas se imponen a otros, simplemente, porque tienen más éxito en la resolución de ciertos problemas que un grupo de investigadores o la misma ciencia ha considerado importantes. Pero esto no significa de ninguna manera, el éxito total en la resolución de un problema dado o de resultados suficientemente satisfactorios para un número considerable de problemas.

¿Cuál es la verdad? ... La verdad en la ciencia está dada por el acuerdo intersubjetivo de la comunidad científica en un momento dado. Aquí viene una parte importante para el presente estudio de investigación. La aplicación de la matemática borrosa a disciplinas contables y administrativas puede ser estudiada a través de su paradigma, es decir, de la manera de ver y entender las cosas, aquello que llegó a convertirse en una especie de “sentido común consensuado” en un momento dado –siguiendo a Kuhn- se va sosteniendo que la verdad es aquella que la comunidad científica establece en cada momento. Es, por supuesto, una “verdad transitoria”, pero la única disponible en un tiempo dado.

²Arnold Kaufmann y Gil Aluja coinciden de alguna manera con la posición Kuhniana que se ha adoptado y es así como, al referirse a la relación entre números borrosos y variables aleatorias:

Esta forma de “ver” las cosas constituye lo que ha dado en llamarse la “concepción no estándar de las ciencias”. Es justamente en el contexto de justificación, pues para estos autores, la metodología de la ciencia sólo debería

²Kaufman, A. y Gil Aluja, J. “Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre”. Editorial Hispano europea. Barcelona. 1987. Pag. 37

ocuparse de la justificación para aceptar o rechazar una hipótesis ya descubierta, debiendo utilizarse la lógica para fundamentar la aceptación o rechazo.

Mientras que para la concepción estándar de la ciencia es un sistema de hipótesis y un grupo de teorías, la corriente que se está estudiando dirá que es un tipo de actividad llevada a cabo por la comunidad científica.

Una forma de justificar la “concepción no estándar de las ciencias” es –mediante la investigación bibliográfica– rescatar la posición favorable de científicos que se hayan manifestado contrarios a la misma, pues la validación puede darse por la compatibilidad con otras posiciones metodológicas.

La concepción no estándar de las ciencias cuando se pregunta cómo se cambia el “paradigma” o como se la abole, contesta que no es solamente por una comparación entre paradigmas, afirma que lo que se abandona o se deshecha no es una teoría sino la lente con que la observamos, siendo nuestra visión al principio “borrosa” para luego, lentamente, mejorarla.

Si se toma la variable “lógica(s) propuesta(s)” como punto de partida para ponderar el “criterio de racionalidad” empleada por varios enfoques, se verá que pueden utilizarse la lógica aristotélica (clásica estricta, no dialéctica y determinada), lógica dialéctica (indeterminada), lógica booleana, etc. De esto se desprende que el criterio multidisciplinario utiliza todas ellas en algún momento de la investigación y, por ende, amplía las posibilidades de aceptación de las hipótesis limitando el criterio de racionalidad positivista.

La posición multidisciplinaria de Mitroff y Kilman es la aconsejada para intentar la aplicación propuesta, dado que, al aplicar ciencia formal (matemática borrosa) a las teorías y reglas de acción de las ciencias sociales, permite un criterio de

racionalidad tal que acepta la misma admitiendo –por supuesto- la parcialidad de la que se partió.

Ricardo I. Gómez dice que:

“Toda investigación se hace para resolver problemas, pero muchos autores (Mitroff y Kilman) han expresado que para elucidar hay que tener en cuenta el objetivo. Ese objetivo condiciona a todo lo demás. En función del objetivo, todo el ciclo investigativo va a tener un estilo preponderante. No hay lugar, en la metodología de las ciencias contemporáneas, para un único método que no tenga en cuenta estilos investigativos a utilizar interdisciplinariamente”³

El modelo y las reglas de acción que se puedan proponer para el tratamiento en el campo de la contabilidad, deben ser justificados desde un punto de vista práctico. Para ello es necesario tener en cuenta las características que deben reunir en términos generales para que logren el fin perseguido. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que los modelos se refieren solamente a una parte del mundo real, en este caso económico y por lo tanto una simplificación o idealización del mismo.

El modelo a utilizar deberá ser un modelo “ligado”, que enriquezca la disciplina a tratar, con referencia a modalidades específicas de la matemática borrosa. Se estima que tal modelo facilitará la formulación de predicciones siempre y cuando se respeten las reglas de acción que lo complementan; caso contrario, se tendrá que reformular el modelo y proponer nuevas reglas de acción.

Ahora bien, ¿a qué tipo de predicción se está haciendo referencia? Es evidente que a una predicción teórica, es decir, enmarcada en una teoría. Además de

³Gomez, R. “Enfoques Metodológicos en Ciencias Sociales”. U.N.C.P.B.A. Departamento Doctorado. Tandil. 1987. Pag. 54

teórica, se la puede entender como una “predicción dinámica cuyo objetivo se limita a conducir la acción humana.

Hay que aclarar que no se pretende aumentar la importancia de la predicción, sino atribuirle el peso que le corresponde en comparación con otros elementos de ponderación. Justamente, la falta de precisión con “... los efectos benéficos de la tendencia a construir modelos matemáticos, ya que los parámetros y variables tienen que exponerse en forma explícita y cuidadosa”⁴.

Si se tiene en cuenta las investigaciones recientes sobre la matemática borrosa y al mismo tiempo se acepta que los modelos se ponen a prueba por su compatibilidad con otros conocimientos, hay que suponer que la justificación que ocupa en este tema es dable. Mario Bunge, utiliza la matemática como una herramienta potente y no ciencias sociales y tecnologías como un pretexto sólo para hacer matemática.⁵

Sin embargo, que en el futuro aparezcan falsos argumentos a las propuestas realizadas, y es previsible que así suceda ya que en el campo de la ciencias nunca se ha dado solución definitiva a los problemas. Consiguientemente, “... el fracaso en el intento de matematizar un campo de conocimiento puede ser un índice del estado confuso de ese campo o de las limitaciones del teórico. Un contexto de matematización o de construcción de modelos matemáticos, por poco realista que sea, es preferible a una descripción prolija que no aclare nada o a un esquema verbal grandioso e impreciso. Dicho brevemente, aunque la teoría se haya construido sacrificando montañas de detalles, pueden ser necesarias.

⁴ Mc Guire, J. “Teorías del comportamiento empresario”. El Ateneo. Buenos Aires. 1974. Pag. 293.

⁵Bunge, M. “La investigación científica”. Ed. Ariel. Madrid. 1985. Pag. 506-7

Ulteriores simplificaciones para manejarla empírica o aplicativamente, a menos que se inventen nuevas técnicas matemáticas de cálculo más poderosas que las anteriores”.⁶

8.1.2 LÓGICA BORROSA, BREVE HISTORIA Y APLICACIONES.

La lógica borrosa o difusa fue investigada, por primera vez, a mediados de los años sesenta en la Universidad de Berkeley (California) por el ingeniero Lotfy A. Zadeh cuando se dio cuenta de lo que él llamó principio de incompatibilidad: “Conforme la complejidad de un sistema aumenta, nuestra capacidad para ser precisos y construir instrucciones sobre su comportamiento disminuye hasta el umbral más allá del cual, la precisión y el significado son características excluyentes”. Introdujo entonces el concepto de conjunto difuso (Fuzzy Set) bajo el que reside la idea de que los elementos sobre los que se construye el pensamiento humano no son números sino etiquetas lingüísticas. La lógica borrosa permite representar el conocimiento común, que es mayoritariamente del tipo lingüístico cualitativo y no necesariamente cuantitativo, en un lenguaje matemático a través de la teoría de conjuntos borrosos y funciones características asociadas a ellos. Permite trabajar a la vez con datos numéricos y términos lingüísticos; los términos lingüísticos son inherentemente menos precisos que los datos numéricos pero en muchas ocasiones aportan una información más útil para el razonamiento humano.

El aspecto central de los sistemas basados en la teoría de la lógica borrosa⁷ es que, a diferencia de los que se basan en la lógica clásica, tienen la capacidad de reproducir aceptablemente los modos usuales del razonamiento, considerando que la certeza de una proposición es una cuestión de grado. Más formalmente se

⁶Bunge, M. “La investigación científica”. Ed. Ariel. Madrid. 1985. Pag. 506-7

⁷Trillas E. y Gutierrez Ríos J. “Aplicaciones de lógica borrosa”, 1992

puede decir que si la lógica es la ciencia de los principios formales y normativos del razonamiento, la lógica borrosa se refiere a los principios formales del razonamiento aproximado, considerando el razonamiento preciso (lógica clásica) como caso límite. Así pues, las características más atractivas de la lógica borrosa son su flexibilidad, su tolerancia con la imprecisión, su capacidad para modelar problemas no-lineales, y su base en el lenguaje natural.

Aunque la lógica borrosa es conocida con este nombre desde que Zadeh la bautizó así en 1965, la idea que se esconde tras ella y sus orígenes se remontan hasta 2.500 años atrás⁸. Los filósofos griegos, Aristóteles entre ellos, consideraban que existían ciertos grados de veracidad y falsedad y Platón ya trabajó con grados de pertenencia.

El término borroso aplicado a la lógica y a la teoría de conjuntos y sistemas procede de la expresión fuzzy sets (conjuntos borrosos) acuñada por Lofti A. Zadeh, brillante ingeniero eléctrico iraní nacionalizado en Estados Unidos, profesor en las más prestigiosas universidades norteamericanas y doctor honoris causa de varias instituciones académicas.

Sus tesis entroncan, como podemos observar, con la obra de pensadores de distintas disciplinas que tenían una visión similar de los problemas alejada de la lógica tradicional. La paradoja del conjunto de Bertrand Russell, el principio de incertidumbre de la física cuántica de W. Heisenberg, la teoría de los conjuntos vagos de Max Black, sin olvidar la fundamental aportación del polaco JanLukasiewicz, creador de la lógica multivaluada, influyeron para que Zadeh publicase su famoso ensayo "Fuzzy Sets" en "Informations and Control" en 1965 y más tarde "Fuzzyalgorithm" en la misma revista en 1968. Mientras que Russell y Black utilizaron el término vagueness (vaguedad, vago) para referirse a la nueva

⁸www.puntolog.com/actual/ESPECIAL_LOGICA_BORROSA

lógica o para calificar a los conjuntos en la teorización sobre los mismos, Zadeh prefirió el término fuzzy (borroso, difuso) para denominar a sus conjuntos y a la lógica en la que se apoya su análisis.

Aunque en un principio la lógica borrosa encontró una fuerte resistencia entre la comunidad científica, algunos investigadores se convirtieron en seguidores de las teorías de Zadeh y mientras él siguió ampliando y asentando los fundamentos de la teoría de conjuntos borrosos estos investigadores exploraron estas nuevas teorías durante la década posterior a su nacimiento. Además de las contribuciones del propio Zadeh, otros autores como Bellman, Lakoff, Goguen, Kohout, Smith, Sugeno, Chang, Dunn, Bezdek, Negoita, Mizumoto, Tanaka, Kandel, Zimmermann, etc... hicieron aportaciones al desarrollo de las bases de esta teoría. Durante esta primera década, gran parte de estructuras lógicas y matemáticas son generalizadas en términos de lógica borrosa: relaciones lógicas, funciones, grupos, operaciones, operadores, algoritmos, etc.

A principios de la década de los setenta, se establecen varios grupos de investigación en lógica borrosa en algunas pequeñas universidades japonesas; los profesores Terano y Shibata en Tokio y los profesores Tanaka y Asai en Osaka, y pese a encontrar también un ambiente hostil en estos primeros años de investigación, hacen grandes contribuciones tanto al desarrollo de la teoría de la lógica borrosa como al estudio de sus aplicaciones.

Un hito importante en el desarrollo de la lógica borrosa fue establecido por Assilian y Mamdani en 1974 en el Reino Unido al desarrollar el primer controlador difuso diseñado para una máquina de vapor, pero la primera implantación real de un controlador de este tipo fue realizada en 1980 por F.L. Smidth & Co. en una planta cementera en Dinamarca.

En 1983 Fuji aplica la lógica difusa para el control de inyección química en plantas depuradoras de agua por primera vez en Japón y en 1987 Hitachi pone en marcha un controlador fuzzy para el control del tren-metro de Sendai, y la empresa Omron desarrolla los primeros controladores difusos comerciales.

Paralelamente al desarrollo de las aplicaciones de la lógica borrosa, investigadores teóricos siguen, en la década de los ochenta, el camino iniciado por Mamdani. Así, Takagi y Sugeno desarrollan la primera aproximación para construir reglas fuzzy a partir de datos de entrenamiento, y aunque en un principio no tiene mucha repercusión, más tarde será el punto de partida para investigar la identificación de modelos fuzzy. Otro de los factores que contribuye a seguir con la investigación en este campo es el creciente interés en las redes neuronales y su similitud con los sistemas fuzzy; la tendencia es buscar vías de relación entre las dos técnicas y los resultados son los llamados neuro-fuzzysystems, sistemas fuzzy que usan métodos de aprendizaje basados en redes neuronales para identificar y optimizar sus parámetros. B. Kosko es conocido por su contribución a los sistemas neurofuzzy y con sus publicaciones introdujo en la lógica borrosa a muchos lectores interesados en las redes neuronales.

En realidad, la intención original del profesor Zadeh era crear un formalismo para manipular de forma más eficiente la imprecisión y la vaguedad del razonamiento humano expresado lingüísticamente, sin embargo causó cierta sorpresa que el éxito de la lógica borrosa llegase en el campo del control automático de procesos. Esto se debió básicamente al boom que la lógica borrosa causó en Japón, iniciado en 1987 y que alcanzó su máximo apogeo a principios de los noventa. Este boom fue el resultado de una estrecha colaboración entre el gobierno, las universidades y las industrias japonesas, estableciéndose dos proyectos nacionales a gran escala llevados a cabo por el Ministerio de Industria y Comercio (MITI) y la Agencia de Ciencia y Tecnología (STA) en consorcio con el LIFE, Laboratory for International Fuzzy Research, y en los que se involucraron más de 50 compañías

durante seis años. Desde entonces, han sido ininidad los productos lanzados al mercado que usan tecnología borrosa, muchos de ellos utilizando la etiqueta fuzzy como símbolo de calidad y prestaciones avanzadas. El control difuso ha sido aplicado con éxito en muy diversas ramas tecnológicas, por ejemplo la metalurgia, robots para la fabricación, controles de maniobras de aviones, sensores de imagen y sonido (sistema de estabilización de la imagen en cámaras fotográfica y de video Sony, Sanyo y Cannon), lavadoras (Panasonic y Bosch) que son capaces de autorregular la cantidad de jabón que requiere un lavado dependiendo del grado de suciedad de la ropa, aire acondicionado (Mitsubishi) en el que el sistema fuzzy evita las oscilaciones entre el exceso y el defecto de temperatura), rice-cooker capaces de elaborar diversas variedades de arroz regulando la cantidad de agua y la temperatura en cada caso para que el grano quede cocido y suelto, en automoción, sistemas de frenado ABS (Mazda y Nissan), cambio automático de Renault, control automático de velocidad que controla la frenada en casos peligrosos y selecciona la relación de marchas a partir del rendimiento del motor, climatizadores, fotocopiadoras (ajusta el voltaje del tambor a partir de la densidad de la imagen, la temperatura y la humedad), lavaplatos (ajusta el ciclo de lavado y enjuague a partir del número de platos y cantidad de comida adherida), ascensores (reduce el tiempo de espera a partir del número de personas), humidificadores (ajusta el contenido de humedad a las condiciones de la habitación), mejoras en imágenes médicas (ajustando el contraste en los bordes), sistemas de reconocimiento de escritura, hornos microondas (establece y afina el programa de energía y cocción), neveras (establece los tiempos de descongelación y enfriamiento en función del uso que se haga), televisores (ajusta el color de la pantalla y la textura de cada imagen), mecanismos de atraque automático de naves espaciales, sistemas automáticos de regulación de la cantidad de anestesia que se suministra a los pacientes en un quirófano -aunque bajo supervisión médica, por supuesto-, sistemas de concesión -o denegación- automática de créditos según el perfil económico del solicitante, etc... Estas son

algunas de las muchísimas aplicaciones de la lógica borrosa⁹, que ya están funcionando en el campo de los llamados sistemas expertos. Todos estos sistemas utilizan información, esencialmente, imprecisa con el fin de lograr sus cometidos.

La lógica borrosa está teniendo, por lo tanto, bastante éxito en su utilización sobre los sistemas de control, aplicación que ya podría considerarse como rutinaria. Sin embargo, los investigadores buscan nuevos campos de aplicación de esta técnica. Se investiga en áreas como el reconocimiento de patrones visuales o la identificación de segmentos de ADN, por mencionar dos ejemplos. Además, según algunos de los más prestigiosos investigadores en Internet¹⁰, parece que el futuro para abordar la ingente cantidad de datos, recuperar la información, controlar y gestionar la red, pasa por el uso de las tecnologías borrosas. Esta intuición parece ser que coincide con la nueva orientación que, según el profesor Zadeh, debe seguir la lógica borrosa. Prueba de ello fue la celebración del primer encuentro sobre lógica borrosa e internet en el año 2001 (FLINT 2001) en la universidad de Berkeley.

8.1.3 Experiencias con Matemática Borrosa en Estados Unidos y Europa

Estados Unidos

La lógica borrosa se utiliza cuando la complejidad del proceso en cuestión es muy alta y no existen modelos matemáticos precisos, para procesos altamente no

⁹www.astic.es/nr/astic/boletic-todos/boletic24/artimono2.pdf, Olivas Varela J.A., "La lógica borrosa y sus aplicaciones".

¹⁰Mendel J.M., Fuzzy "Logic Systems for Engineering: A Tutorial, Proceeding of the IEEE", Vol 83, 3, 345, March 1995.

lineales y cuando se envuelven definiciones y conocimientos no estrictamente definidos o son imprecisos o subjetivos.

Esta técnica se ha empleado con bastante éxito en la industria, principalmente en Estados Unidos y cada vez se está usando en gran cantidad de campos. La primera vez que se usó de forma importante fue en el metro, con excelentes resultados, a continuación se citan algunos ejemplos de su aplicación:

- Sistemas de control de acondicionadores de aire
- Sistemas de foco automático en cámaras fotográficas
- Electrodomésticos familiares (frigoríficos, lavadoras, etc.)
- Optimización de sistemas de controles industriales
- Sistemas de reconocimiento de escritura
- Mejora en la eficiencia del uso de combustible en motores
- Sistemas expertos del conocimiento (simular el comportamiento de un experto humano)
- Tecnología informática

Bases de datos difusas: Almacenar y consultar información imprecisa, para este punto, por ejemplo, existe el lenguaje Fuzzy Structured Query Language o FSQL.

Y en general, en la gran mayoría de los sistemas de control que no dependen de un Sí/No.

En inteligencia artificial, la lógica borrosa o lógica difusa se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general, la resolución y la comprensión de datos, los sistemas de lógica difusa están también muy extendidos en la tecnología cotidiana estadounidense, por ejemplo en cámaras digitales, sistemas de aire acondicionado, lavarropas y otros, estos

sistemas son generalmente tolerantes a imprecisiones y “ruidos” en los datos de entrada.

En Estados Unidos se ha puesto bastante énfasis en la aplicación de la lógica borrosa con la intención de imitar el razonamiento humano en la programación de computadoras, con la lógica clásica, las computadoras sólo manejan valores duales, como verdadero/falso, sí/no ó ligado/desligado; en la lógica difusa, se usan modelos matemáticos para representar nociones subjetivas como caliente/tibio/frío, para valores concretos que puedan ser manipuladas por los ordenadores.

En este paradigma, también tiene un especial valor la variable tiempo, ya que los sistemas de control pueden necesitar retroalimentarse en un espacio concreto de tiempo, pueden necesitarse datos anteriores para hacer una evaluación media de la situación en un periodo de tiempo anterior¹¹.

Europa

En 1991, la Asociación Alemana de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (VDI / VDE) estableció el UA451 un grupo de trabajo, centrándose en "Lógica borrosa y Control Difuso", el grupo se compone de una serie de pioneros europeos en las aplicaciones de la lógica borrosa, así como software líder de la lógica borrosa y los proveedores de hardware para promover la lógica borrosa en aplicaciones industriales, el grupo se centra en dos actividades: la creación de plataformas de información para los diseñadores de intercambio de experiencias de proyectos y la normalización de la lógica borrosa, este trabajo presenta algunos de los resultados intermedios de las actividades de normalización.

En 1990, un amplio nivel de interés en la tecnología difusa se disparó en Europa, para aprovechar con éxito la lógica difusa, un grupo de partes interesadas en el control y la comunidad de ingeniería promovió una "creencia" debate de tipo sobre

¹¹http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa

los pros y los contras de la tecnología, un segundo grupo, una serie de "pioneros", comenzó a utilizar la lógica borrosa en sus diferentes aplicaciones, la historia del éxito de estas aplicaciones es responsable de la situación actual en Europa, donde la lógica difusa es ahora una tecnología bien aceptada en la ingeniería.

CHIPS BORROSOS. Los productos borrosos ejecutan algoritmos borrosos de inferencia, para ello usan "sensores" que miden las condiciones de entrada variables así como microprocesadores especiales diseñados para almacenar y procesar las reglas borrosas suministradas por los Sistemas Expertos, el primer circuito digital borroso se produjo en 1985 en los laboratorios BELL, procesaba unas 80.000 inferencias lógicas borrosas por segundo, diez años después la capacidad se había multiplicado por un factor de 30.

La mayoría de las empresas de microprocesadores europeas investigan el desarrollo de circuitos borrosos, aunque una buena parte de los productos ofrecidos comercialmente siguen basándose en microprocesadores corrientes a los que los ingenieros programan con unas pocas líneas de códigos de inferencia borrosa, a pesar de ello, el mercado mundial de los microprocesadores borrosos alcanza cuantías superiores a los miles de millones de dólares anuales.

Las aplicaciones de los sistemas borrosos inteligentes se han ido haciendo innumerables (particularmente en Europa), en cualquier campo que consideremos. Así, a partir de 1975, en Europa se desarrollaron sistemas de control borroso, iniciados con una planta de agua caliente en Holanda, sistemas intercambiadores de calor en Dinamarca, o una planta de sintetización para la BRITISH STEEL Co. en el Reino Unido, también en Dinamarca el científico Holmblad desarrolló un sistema de control borroso para un horno cementero que constituyó el primer gran éxito industrial al ahorrar combustible y mejorar a los operadores humanos, desde 1982 se pudo aplicar un lenguaje especial de programación numérico sustitutivo de las previas reglas lingüísticas de control, con lo que el proceso se aplicó a centenares de instalaciones industriales.

En 1988 se lanzó el primer producto borroso mundial de consumo: un aparato para regular a voluntad la temperatura de salida del agua de un grifo con

suministro de agua fría y caliente, las válvulas correspondientes obedecen a un controlador borroso, un microprocesador de 4 bits, que determina la temperatura y flujo de salida en respuesta a un mando manual exterior.

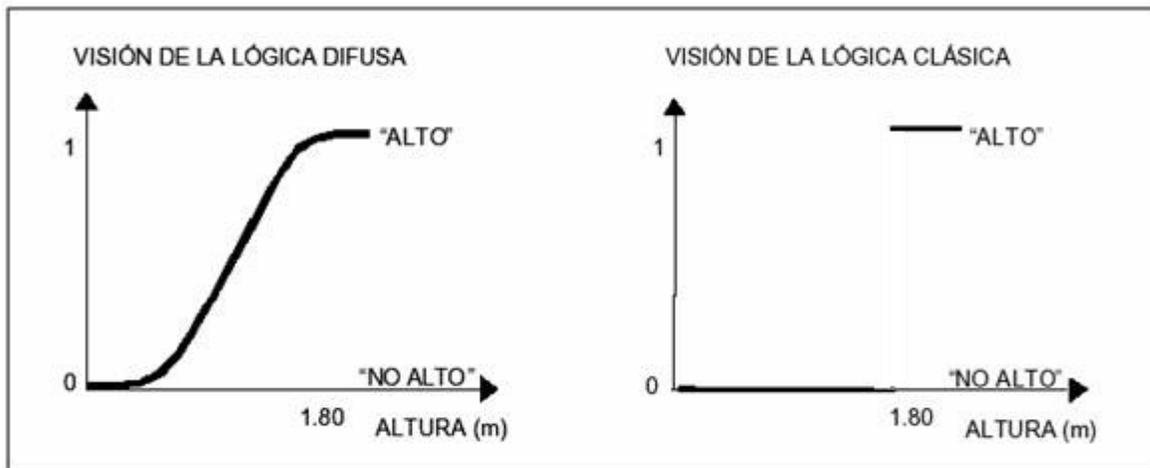
Actualmente en Europa y en occidente existen todo tipo de instrumentos, máquinas y procedimientos controlados borrosamente, adaptándose "inteligentemente" a cada situación particular: acondicionadores de aire, frigoríficos, lavadoras/secadoras, aspiradoras, hornos microondas, mantas eléctricas, ventiladores, autoenfoques fotográficos, estabilizadores de imágenes en grabadoras de vídeo, transmisiones de automóviles, suspensiones activas, control de ascensores, dispensadores de anticongelantes para los aviones en los aeropuertos, sistemas de toma de decisiones industriales o económicas, y un largo etcétera en el que se incluye hasta un helicóptero no tripulado, cuyo prototipo, de más de 4 metros de envergadura ha sido capaz de mejorar al convencional, consiguiendo su estabilización tras perder una pala, cosa que ningún piloto humano ha logrado jamás.

8.1.4. CONJUNTOS BORROSOS Y FUNCIONES CARACTERÍSTICAS

El primer ejemplo utilizado por Lofti A. Zadeh, para ilustrar el concepto de conjunto borroso, fue el conjunto "hombres altos". Según la teoría de la lógica clásica el conjunto "hombres altos" es un conjunto al que pertenecerían los hombres con una estatura mayor a un cierto valor, que podemos establecer en 1.80 metros, por ejemplo, y todos los hombres con una altura inferior a este valor quedarían fuera del conjunto. Así tendríamos que un hombre que mide 1.81 metros de estatura pertenecería al conjunto hombre altos, y en cambio un hombre que mida 1.79 o metros de altura ya no pertenecería a ese conjunto. Sin embargo, no parece muy lógico decir que un hombre es alto y otro no lo es cuando su altura difiere en dos centímetros. El enfoque de la lógica borrosa considera que el conjunto "hombres altos" es un conjunto que no tiene una frontera clara para pertenecer o no

pertenecer a él: mediante una función que define la transición de “alto” a “no alto” se asigna a cada valor de altura un grado de pertenencia al conjunto, entre 0 y 1. Así por ejemplo, un hombre que mida 1.79 podría pertenecer al conjunto difuso “hombres altos” con un grado 0.8 de pertenencia, uno que mida 1.81 con un grado 0.85, y uno que mida 1.50 m con un grado 0.1. Visto desde esta perspectiva se puede considerar que la lógica clásica es un caso límite de la lógica borrosa en el que se asigna un grado de pertenencia 1 a los hombres con una altura mayor o igual a 1.80 y un grado de pertenencia 0 a los que tienen una altura menor.

Lógica Borrosa versus lógica Clásica



Así pues, los conjuntos borrosos pueden ser considerados como una generalización de los conjuntos clásicos, la teoría clásica de conjuntos sólo contempla la pertenencia o no pertenencia de un elemento a un conjunto, sin embargo la teoría de conjuntos borrosos contempla la pertenencia parcial de un elemento a un conjunto, es decir, cada elemento presenta un grado de pertenencia a un conjunto borroso que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1. Este grado de pertenencia se define mediante la función característica asociada al conjunto borroso: para cada valor que pueda tomar un elemento o variable de entrada x la función característica $\mu_A(x)$ proporciona el grado de pertenencia de este valor de x al conjunto borroso A .

Formalmente, un conjunto clásico A , en un universo U , se puede definir de varias formas: enumerando los elementos que pertenecen al conjunto, especificando las propiedades que deben cumplir los elementos que pertenecen a ese conjunto o, en términos de la función de pertenencia $\mu_A(x)$:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in A \\ 0 & \text{si } x \notin A \end{cases}$$

Podemos además decir que el conjunto A es matemáticamente equivalente a su función de pertenencia o característica $\mu_A(x)$, ya que conocer $\mu_A(x)$ es lo mismo que conocer A . Un conjunto difuso en el universo de discurso U se caracteriza por una función de pertenencia $\mu_A(x)$ que toma valores en el intervalo $[0,1]$, y puede representarse como un intervalo de confianza:

$$A = [a_1, a_2] ; B = [b_1, b_2]$$

Un intervalo de confianza es un segmento $A = [a_1, a_2]$ donde no se conoce de manera precisa el valor de una magnitud y la única información que se dispone es que, esa magnitud desconocida, es mayor o igual a a_1 y menor o igual a a_2 (Moore 1966).

La función característica proporciona una medida del grado de similitud de un elemento de U con el conjunto borroso. La forma de la función característica utilizada, depende del criterio aplicado en la resolución de cada problema y variará en función de la cultura, geografía, época o punto de vista del usuario. La única condición que debe cumplir una función característica es que tome valores entre 0 y 1, con continuidad. Las funciones características más comúnmente utilizadas por su simplicidad matemática y su manejabilidad son: triangular, trapezoidal,

conceptualmente existen dos aproximaciones para determinar la función característica asociada a un conjunto: la primera aproximación está basada en el conocimiento humano de los expertos, y la segunda aproximación es utilizar una colección de datos para diseñar la función.

El número de funciones características asociadas a una misma variable es elegido por el experto: a mayor número de funciones características tendremos mayor resolución pero también mayor complejidad computacional; además estas funciones pueden estar solapadas o no, el hecho de estar solapadas pone de manifiesto un aspecto clave de la lógica borrosa: una variable puede pertenecer con diferentes grados a varios conjuntos difusos a la vez, es decir, “el vaso puede estar medio lleno y medio vacío a la vez”.

Operaciones con conjuntos borrosos

Las operaciones básicas entre conjuntos borrosos son las siguientes:

- El conjunto complementario de A es un conjunto borroso cuya función característica viene definida por:

$$\bar{A} = [1 - a_2, 1 - a_1]$$

- Máximo: Que corresponde a la unión:

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

- Mínimo: Que corresponde a la intersección:

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

Estas tres operaciones definidas para conjuntos borrosos cumplen, al igual que en la teoría clásica de conjuntos, asociatividad, conmutatividad y distributividad así como las leyes de Morgan.

Sin embargo, también hay que destacar que existen dos leyes fundamentales de la teoría clásica de conjuntos como son el Principio de contradicción: $A \cup \bar{A} = U$ y el Principio de exclusión: $A \cap \bar{A} = \Phi$ que no se cumplen en la teoría de conjuntos difusos; de hecho una de las formas para describir en qué se diferencia la teoría clásica de conjuntos de la teoría borrosa es explicar que estas dos leyes en términos de fuzzy logic no se cumplen.

Números Borrosos Triangulares

Dada las características de la información proyectada, dentro de la multiplicidad de herramientas disponibles en el ámbito de la matemática borrosa, para el caso bajo análisis, se considera apropiado trabajar con números borrosos triangulares. Así, para efectuar las proyecciones se utilizarán exclusivamente Números Borrosos Triangulares, por lo que bastará con determinar los valores críticos.

Un número borroso triangular (NBT) posee la forma $[a_1, a_2, a_3]$ es decir tres valores de confianza: siendo a_2 el valor central cuyo nivel de confianza es mayor el valor con mas expectativa que ocurra, y dos valores extremos, el valor mínimo y el máximo, es decir la variable no tomará valores más allá de dichos extremos

En consecuencia, para efectuar las proyecciones se utilizarán exclusivamente NBTs, por lo que bastará con determinar los valores críticos, la tarea de proyección consistirá en establecer los límites más allá de los cuales no se presentará la variable analizada.

Operaciones entre Números Borrosos Triangulares

Suma: Sean dos intervalos $A = [a_1, a_2, a_3]$ y $B = [b_1, b_2, b_3]$

$$A + B = [(a_1 + b_1), (a_2 + b_2), (a_3 + b_3)]$$

$$\text{Resta: } A - B = [(a_1 - b_3), (a_2 - b_2), (a_3 - b_1)]$$

Cabe destacar que se mencionan sólo estas operaciones porque son las únicas cuyo resultado son Números borrosos triangulares, la multiplicación y división no corresponden a esta investigación.

8.1.5. FUNDAMENTOS DE LÓGICA PROPOSICIONAL

En la teoría de la lógica clásica una proposición sólo puede ser cierta o falsa, no admite términos medios; además las proposiciones pueden combinarse de muchas maneras, utilizando tres operaciones fundamentales:

- Conjunción ($p \wedge q$): las dos proposiciones son ciertas simultáneamente
- Disyunción ($p \vee q$): cualquiera de las dos proposiciones es cierta
- Implicación ($p \rightarrow q$): el cumplimiento o la verdad de una de las proposiciones tiene como consecuencia el cumplimiento de la otra; generalmente toma la forma de una regla si-entonces. La parte de la regla encabezada por el condicional si, "si u es A", es el antecedente o premisa de la regla, mientras que la parte encabezada por entonces, "entonces v es B", es el consecuente o conclusión de la regla.

También existe el operador negación ($\sim p$) que invierte el sentido de la proposición.

La tabla de verdad de estas operaciones que se pueden realizar entre las proposiciones es la que se muestra a continuación:

P	Q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$\sim p$
V	V	V	V	V	F
V	F	F	V	F	F
F	V	F	V	V	V
F	F	F	F	V	V

Tabla de verdad de las principales operaciones lógicas

Algunas equivalencias de estos operadores con los operadores utilizados en teoría de conjuntos son las siguientes:

Lógica proposicional	Teoría de conjuntos
\wedge	\cap
\vee	\cup
\sim	$-$

Correspondencia entre operadores lógicos y de teoría de conjuntos

Y con los operadores algebraicos:

Lógica proposicional	Algebra de Boole
V	1
F	0
\wedge	x
\vee	+
\sim	'
\leftrightarrow	=
P,q,r	a,b,c

Correspondencia entre operadores lógicos y algebraicos

Una tautología se define como una proposición formada por la combinación de otras proposiciones y cuya verdad es independiente de la certeza o falsedad de las proposiciones que la forman. La tautología más importante para el ámbito en el que trabajamos es:

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow \sim [p \wedge (\sim q)]$$

Que también puede ser expresada como:

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow \sim (p) \vee q$$

La importancia de las tautologías reside en que nos permitirán expresar la función característica de la relación de implicación $p \rightarrow q$ en términos de las funciones características de p , q , $\sim p$ y $\sim q$.

En la teoría clásica existen dos importantes reglas de inferencia, el Modus Tollens y el Modus Ponens:

- El Modus Ponens o razonamiento directo puede resumirse de la siguiente forma:

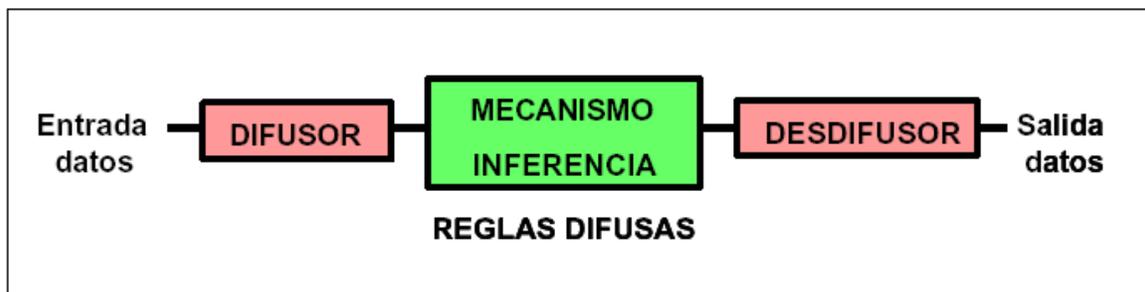
Premisa 1: "x es A"

Premisa 2: "SI x es A, ENTONCES y es B"

Consecuencia: "y es B"

DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA BASADO EN TÉCNICAS DE LÓGICA BORROSA

El esquema de un sistema basado en técnicas de lógica borrosa se presenta en la figura:



Esquema general de un sistema basado en lógica borrosa

Está compuesto por los siguientes bloques:

- **BLOQUE DIFUSOR:** bloque en el que a cada variable de entrada se le asigna un grado de pertenencia a cada uno de los conjuntos difusos que se ha considerado, mediante las funciones características asociadas a estos conjuntos difusos. Las entradas a este bloque son valores concretos de las variables de entrada y las salidas son grados de pertenencia a los conjuntos borrosos considerados.

- **BLOQUE DE INFERENCIA:** bloque que, mediante los mecanismos de inferencia que veremos más adelante, relaciona conjuntos borrosos de entrada y de salida y que representa a las reglas que definen el sistema. Las entradas a este bloque son conjuntos difusos (grados de pertenencia) y las salidas son también conjuntos borrosos, asociados a la variable de salida.

- **DESDIFUSOR:** bloque en el cual a partir del conjunto borroso obtenido en el mecanismo de inferencia y mediante los métodos matemáticos de desdifusión, se obtiene un valor concreto de la variable de salida, es decir, el resultado.

MECANISMOS DE INFERENCIA

Los mecanismos de inferencia son aquellos en los que se usan los principios de la lógica difusa explicados para realizar un mapeo de los conjuntos borrosos de entrada a los conjuntos borrosos de salida. Cada regla es interpretada como una implicación borrosa. Es decir, estas reglas modelan el sistema pero para poder trabajar con ellas y extraer un resultado se debe de evaluar matemáticamente la información que reflejan. Como ya se ha mencionado anteriormente, las reglas más utilizadas para diseñar un sistema basado en lógica borrosa es la de conocimientos de expertos humanos y la segunda es utilizar una colección de datos para diseñar la función.

8.1.6. INTRODUCCION A LOS ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS

¹²Los estados contables proyectados son la síntesis del proceso de presupuestación integral del ente, que expondrán aquello que se espera lograr en un determinado horizonte de planeamiento partiendo de una realidad histórica expuesta en los estados tradicionales, con sujeción a los pronósticos, premisas e hipótesis del planeamiento.

Con su utilización se pretende complementar la información brindada por los estados contables tradicionales, satisfacer mayores exigencias en el conocimiento de la gestión empresarial.

Los estados contables proyectados serán utilizados tanto por usuarios internos como externos al ente, sin embargo, los estados contables proyectados presentan algunas dificultades; estas se basan fundamentalmente en el hecho de que los mismos surgen de premisas y estimaciones sobre el futuro de carácter subjetivo planteadas por la dirección de la entidad, las que no son susceptibles de verificación mediante los procedimientos tradicionales de estados contables históricos.

El vértigo del cambio y la creciente inestabilidad del entorno plantean la exigencia de mejorar los elementos para la toma de decisiones, volviéndose insuficientes, en algunos casos, la información provista por los estados contables tradicionales, ahora bien, es verdad que la información proyectada supera el problema de la insuficiencia de información, pero no es menos cierto que enfrenta otro problema que no es de menor envergadura: al tratar con elementos del futuro económico y financiero de la organización y el medio en el cual se desenvuelve, muchos de los

¹²Dr. Mallo, Paulino Eugenio. Cont. Artola, María Antonieta. Cont. Galante, Marcelo Javier. Cont. Morettini, Mariano. "Aporte de la Matemática Borrosa a los Estados Contables Proyectados". XIII Encuentro Nacional de Investigadores del Área Contable Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Económicas. 13 y 14 de Diciembre 2007

datos serán inciertos, para cuyo tratamiento necesitaremos valernos de herramientas que contemplen la incertidumbre y permitan efectuar un adecuado tratamiento de la información.

Las técnicas ancladas en las hipótesis de estimaciones de datos en el ámbito de la certeza, sólo tienen validez para el estudio del pasado, pero su utilización plantea problemas cuando van dirigidas a la estimación de situaciones futuras.

8.1.7. COMPONENTES ESTADOS CONTABLES PROYECTADOS

Como se mencionó en párrafos anteriores, la culminación del proceso se produce con la confección de un juego de estados contables proyectados, el cual deberá estar compuesto por un:

- Estado de Situación Patrimonial Proyectado
- Estado de Resultados Proyectado
- Estado de Evolución del Patrimonio Neto Proyectado
- Estado de Flujo de Efectivo Proyectado
- Cuadros anexos y notas que revistan el carácter de información complementaria de los mismos

A continuación se hace una breve descripción de cada uno de los estados mencionados con el objetivo de poder comprender el carácter y naturaleza de la información allí expuesta, (no es la intención en este trabajo efectuar un análisis exhaustivo de cada uno de ellos)

Estado de Situación Patrimonial Proyectado

El Estado de Situación Patrimonial Proyectado expone el efecto que provocarán sobre el activo, pasivo y patrimonio del ente, las proyecciones y estimaciones establecidas por la dirección.

En su elaboración deberán combinarse los valores obtenidos de la confección de los distintos presupuestos económicos así como del presupuesto financiero, del mismo modo, los estados contables históricos serán el punto de partida, ya que constituyen el saldo inicial de cada uno de los rubros allí expuestos.

En cuanto a la exposición y valuación de los distintos rubros, consideramos que se deberán emplear criterios similares a los utilizados en la confección de los estados contables de ejercicios históricos, sobretodo si tenemos en cuenta que éstos últimos se combinarán con la información proyectada, hecho que obliga a que los valores considerados sean comparables entre sí.

Estado de Resultados Proyectado

El Estado de Resultados Proyectado permitirá determinar y exponer cual será el desarrollo y cuantía del resultado que, en términos económicos, obtendrá el ente como consecuencia de la combinación de las premisas planteadas por la dirección.

Este estado se nutrirá fundamentalmente de la información que surja de los presupuestos económicos, y como mencionáramos anteriormente, los criterios utilizados para su valuación y exposición deben ser consistentes con los utilizados en la confección de los estados históricos.

Estado de Evolución del Patrimonio Proyectado

El Estado de Evolución del Patrimonio Proyectado mostrará cual será la variación que experimentará el patrimonio neto de la empresa.

En general este estado no es mayormente considerado a la hora de confeccionar un juego de estados proyectados, ya que el patrimonio neto proyectado surge

como la diferencia entre el activo y el pasivo proyectado, sin embargo se considera que es conveniente su elaboración, ya que permite a los usuarios de esta información apreciar fundamentalmente cual será la política del ente en cuanto al destino de sus utilidades, esto adquiere mayor importancia si tenemos en consideración que algunos organismos de crédito imponen entre las condiciones de otorgamiento, la no distribución de dividendos a los accionistas por un período de tiempo, o la capitalización de utilidades por un determinado monto o porcentaje.

Estado de Flujo de Efectivo Proyectado

El Estado de Flujo de Efectivo Proyectado muestra la evolución de los fondos del ente durante el o los periodos presupuestados, constituyendo el resumen de la información contenida en la proyección financiera.

Independientemente del método que se utilice para su exposición, es importante contar con el Estado de Situación Patrimonial histórico auditado, ya que siempre debemos partir de la comparación entre los fondos al inicio del período de proyección y los fondos al cierre del mismo.

8.1.8. BASES TEÓRICAS PARA LA PREPARACIÓN Y EMISION DE LA INFORMACIÓN CONTABLE PROYECTADA

Lo escrito hasta aquí destaca la necesidad del enfoque interdisciplinario que se tuvo presente desde el punto de partida de esta tesis. “La contabilidad tradicional es un modelo financiero desarrollado para empresas de la era industrial, que mide los hechos del pasado. Durante siglos pudo guiar razonablemente las acciones de los directivos porque los acontecimientos sucedían en un contexto económico y

social de cambios paulatinos y moderada complejidad. Una extrapolación simple podía orientar razonablemente los negocios”¹³.

Con base en ello, se recomienda el uso de modelos de proyección mediante datos tratados en forma de parámetros. Ello permitirá presentar modelos que agreguen información de salida que permita aproximarse, dentro de lo posible, a los niveles de confianza requeridos por los usuarios. Se pone especial énfasis en la detección de variables críticas (máximos y mínimos) su relación con los supuestos y técnicas adoptadas.

La expresión "prospectiva" es utilizada como la "previsión de situaciones futuras, respaldada con fundamentos razonablemente aceptadas”¹⁴.

Sea para uso interno del ente emisor o para terceros interesados en las posibilidades de proyección del futuro de aquél, la información proyectada es útil por las razones que se exponen a continuación.

- a) Facilitar la incorporación de estrategias de mediano plazo y de planes anuales para mejorar la presentación del ente emisor y su posible evolución.
- b) Usar documentos contables por terceros para adoptar decisiones respecto del ente, entre esos terceros se encuentran inversores, proveedores, clientes, empleados, competidores, gobernantes, investigadores, analistas, etc.

Cuando se habla de "bases teóricas" se quiere expresar que la información contable proyectada debe responder a ciertos parámetros que pueden llamarse, en algunos casos "postulados" y en otros "principios", diferenciándose los primeros de los segundos en cuanto a lo ineludible o no de su observancia,

¹³ Enrique Herrscher en la pág. 194 Contabilidad y Gestión – Ediciones Macchi 2002.

¹⁴ Dr. Boindi, Mario. C.P.A. Viegas Juan Carlos. “Bases teóricas para la preparación de la información contable proyectada”, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas Instituto de Investigaciones Contables. 2003.

convencionalmente aquí se entiende como postulados los conceptos "preexistentes a la labor de proyección" y principios a las "guías homogéneas y conciliables que respaldan la labor prospectiva concreta".

POSTULADOS BASICOS

Para estatesis, se adoptan los siguientes paradigmas, aclarándose, previamente que los estados contables serán proyectados y la información que en ellos se incluya será prospectiva.

La información proyectada es contable

Uno de los aspectos que dio lugar a controversia es, si debe considerarse a la información prospectiva como contable.

Si bien no se refiere al pasado, tiene su fundamento en la necesidad de la proyección de futuro del ente. En el mundo de hoy las decisiones se toman sobre la base de información del presente y del futuro; por ello no es suficiente la información contenida en los estados contables históricos, elaborada y publicada con relación a lo ocurrido en el pasado.

En realidad esa información contable histórica también contiene información proyectada o prospectiva: las contingencias, las estimaciones de vida útil de los bienes, las consiguientes depreciaciones, de los bienes destinados a la venta o a la producción que llegarán a tener para ese momento.

Por otra parte, se incorporan "principios contables normativos" al proceso de proyección, sobre la base de los factores tradicionales, para asegurar la confiabilidad e integridad de las estimaciones, los estados proyectados deben

estar preparados sobre la base de criterios consistentes con los períodos anteriores, utilizando las normas contables que corresponden.

Al agregarse a los estados contables históricos, información prospectiva, ellos se convierten en el instrumento idóneo para dar respuesta a los usuarios de todo tipo, especialmente a aquellos que no pueden exigir información específica por no entrar en la categoría de los llamados "Usuarios privilegiados".

La necesidad y utilidad de la información proyectada o prospectiva sobrepasa el marco de la información para el uso de la gestión dentro la entidad, la detección temprana de las crisis empresariales, etc., resultando indispensable para el uso de terceros en el análisis de las decisiones a tomar.

8.1.9. PRINCIPIOS TEORICOS

A los fines de esta investigación se ha denominado principios a las guías homogéneas y conciliables que respaldan la labor contable de proyección concreta, se pasa a analizar cada una de ellas de acuerdo al siguiente detalle:

Primer Principio:

Los estados contables proyectados están dirigidos a los mismos usuarios que los estados contables históricos y, por lo tanto es razonable que aquellos se diseñen a imagen y semejanza de estos últimos (históricos) en consecuencia es necesario establecer un marco que defina la estrategia de exposición que permita la interpretación de su contenido, compatible con la rigurosidad técnica que se requiere.

La base de diseño integral para los estados contables históricos y los proyectados, implica la adaptación de los atributos a incluir como condición de equivalencia. Vale la pena recordar que, en este tema, nos encontramos frente a la que hemos denominado teoría contable normativa, por lo cual no existen márgenes para incorporar cambios profundos aunque sí para las adaptaciones necesarias, el marco "prospectivo" deberá cubrir y considerar los siguientes aspectos:

Objetivos de los estados contables proyectados

Los objetivos que debe cumplir la información contable prospectiva constituye un elemento fundamental en la integración del marco conceptual, los objetivos que se proponen son:

- Lograr una mejor definición de los resultados del ejercicio, ya que se puede recoger información posterior al cierre probando las convenciones adoptadas para su determinación.
- Aplicar racionalmente la asignación de ganancias acumuladas de manera que cubran las necesidades financieras futuras.
- Constituirse en un argumento insoslayable para demostrar que la empresa se encuentra en marcha y tiene perspectivas futuras.
- Contribuir a orientar la selección de alternativas para la entidad.
- Contribuir a reducir los riesgos que asumen, al tomar decisiones, los terceros ajenos a la entidad emisora.

Para poder cumplir con estos objetivos, la información proyectada deberá diseñarse tomando como guía los requisitos o cualidades de la información que se enuncian en el próximo punto.

REQUISITOS O CUALIDADES DE LA INFORMACIÓN PROSPECTIVA

a) Conceptos básicos:

- Empresa en Marcha
- Resultados

b) Requisitos generales:

- Oportunidad
- Viabilidad
- Totalidad
- Comparabilidad
- Uniformidad
- Confidencialidad
- Exposición
- Devengado

c) Requisitos específicos:

- Prudencia

MODELO CONTABLE APLICABLE A LA INFORMACIÓN PROSPECTIVA

El diseño de la información contable prospectiva debe guardar relación con el modelo utilizado para presentar la situación económico-financiera de cierre del ejercicio.

El modelo debe incluir definiciones sobre:

- Capital a mantener
- Unidad de medida
- Criterio de medición.
- Tasa de descuentos de flujos futuros de fondos esperados.

Sin entrar a considerar si la variable independiente "capital a mantener" debiera expresarse por la magnitud del capital "financiero" ó por la del "no financiero", por razones de orden práctico las corrientes de opinión, mayoritariamente, se inclinan por reconocer un modelo construido sobre la base de:

- Capital a mantener: Capital Financiero
- Unidad de medida: La moneda ajustada.
- Criterios de medición: Criterios de proyección de costos.
- Tasa de descuento: La definición de la tasa de descuento aparece como un elemento nuevo. Resulta adecuado usar la tasa a la que accede la empresa, en lugar de la tasa de mercado cuya estimación es extremadamente subjetiva.

Se considera oportuno reiterar que el modelo contable debe ser consistente para la información contable histórica y la información contable prospectiva.

Segundo Principio: HIPOTESIS NECESARIAS PARA LA PROYECCIÓN

En el desarrollo del trabajo de proyección, un aspecto de relevancia es el que define las hipótesis necesarias para realizar la proyección, así se trabajó sobre esta cuestión, determinando las hipótesis necesarias que se mencionan a continuación:

1. Definición del corto y mediano plazo en los pronósticos económicos-financieros, a los fines de esta investigación, se entiende por corto plazo 1 año y mediano plazo 5 años.
2. Cultura de la organización – Bases teóricas para implantar una base de datos que provea información necesaria para la proyección.
 - 2.1. Desarrollo interno del ente.
 - 2.2. Desarrollo del sector en el cual actúa el ente.

2.3. Desarrollo del país.

2.4. Tendencias macroeconómicas internacionales predominantes en los últimos 5 años.

3. Bases para identificar la definición de políticas (propietarios de la entidad, accionistas), que apuntan a alcanzar los objetivos a corto plazo (próximo año) y mediano plazo (próximos cinco años)

3.1 Ecuaciones patrimoniales proyectadas: diferencias entre estas proyecciones y los presupuestos.

3.1.1. Para el próximo año (corto plazo)

3.1.2. Para los próximos cinco años (mediano plazo)

4. Bases para analizar las variables macroeconómicas para los próximos cinco años.

4.1. La economía mundial y sus efectos en la actividad del país.

4.1.1. Crisis de estabildades económicas y políticas en el mundo.

4.1.2. Crisis financieras.

4.1.2.1. Lugares.

4.1.2.2. Duración.

4.1.2.3. Influencia sobre el país.

4.1.2.4. Efectos.

4.1.2.5. Paliativos.

4.2. Diagnóstico del desarrollo del producto bruto interno. Comparación con los principales referentes.

4.2.1. En el corto plazo.

4.2.2. En el mediano plazo.

4.3. Pronóstico de la estabilidad económica interna. Comparación con los principales referentes.

4.3.1. En el corto plazo.

4.3.2. En el mediano plazo.

4.4. Nivel de ocupación (índice de empleo).

4.4.1. En el corto plazo.

- 4.4.2. En el mediano plazo.
- 4.5. Pronóstico sobre la tasa de cambio.
 - 4.5.1. En el corto de plazo.
 - 4.5.2. En el mediano plazo.
- 4.6. Equilibrio fiscal.
 - 4.6.1. En el corto plazo.
 - 4.6.2. En el mediano plazo.
- 5. Bases para establecer niveles de actividad pronosticados, análisis microeconómico
 - 5.1. En el sector o ramo de la empresa.
 - 5.1.1. En el corto plazo.
 - 5.1.2. En el mediano plazo.
 - 5.2. En la empresa.
 - 5.2.1. Participación en el mercado local
 - 5.2.1.1. En el corto plazo.
 - 5.2.1.2. En el mediano plazo.
 - 5.2.2. Participación en las exportaciones.
 - 5.2.2.1. En el corto plazo.
 - 5.2.2.2. En el mediano plazo.
- 6. Efectos y coordinación de las bases macroeconómicas con las microeconómicas
 - 6.1. Considerando alternativas de variabilidades.
 - 6.2. Considerando alternativas de incertidumbre.

Tercer principio: ADMISION DE RESTRICCIONES PARA LA INFORMACIÓN PROSPECTIVA.

El origen de la información prospectiva puede lograrse a partir de la histórica, evaluando su evolución conforme con los objetivos que se establezcan.

Pero como ya se había expresado, toda información prospectiva debe estar fundamentada en una serie de variables, algunas de las cuales serán independientes, tal es el caso de las que surjan de la formulación de estrategias, objetivos y tácticas (variables microeconómicas y financieras) y otras estarán subordinadas a decisiones ajenas al ente emisor de la información y se las ha identificado como variables macroeconómicas.

Este razonamiento nos lleva necesariamente a fijar una interdependencia entre las diferentes variables y a intentar determinar los efectos medibles, o no de los cambios que se generen en alguna o en la mayoría de aquellas sobre las otras.

Por estas razones esta investigación deja pendiente el siguiente tema, a ser considerados en un nuevo proyecto de investigación, "Los efectos de los cambios de escenarios sobre las bases teóricas para la preparación de la información contable proyectada".

8.2. MARCO CONCEPTUAL

8.2.1 CONJUNTOS BORROSOS

¹⁵Los conjuntos borrosos o difusos fueron introducidos por primera vez en 1965, por Lofti Zadeh profesor de la universidad de Berkeley, nacido en Azerbaiyan. En cierto nivel, la lógica borrosa puede ser vista como un lenguaje que permite trasladar sentencias de lenguaje natural a un lenguaje matemático formal. Mientras la motivación original fue ayudar a manejar aspectos imprecisos del mundo real, la práctica de la lógica borrosa permitió el desarrollo de aplicaciones prácticas. Aparecieron numerosas publicaciones que presentaban los fundamentos básicos con potenciales aplicaciones. Estos enunciados marcaron una fuerte necesidad de distinguir la lógica borrosa de la teoría de probabilidad, tal como la entendemos ahora.

Los conjuntos borrosos están basados en una extensión simple de los conjuntos binarios estándares, para entender los conjuntos borrosos, en los que se construyen la lógica borrosa y reglas borrosas, primero repasemos la teoría estándar, un conjunto consiste en un grupo de objetos bien definidos, en cambio, un objeto está o no en el conjunto.

“Por ejemplo, tomando el Universo de todas las posibles temperaturas ambientales en la ciudad de Bogotá, se puede definir en dicho universo el conjunto A como aquél formado por las temperaturas “cálidas”.

Por supuesto, es imposible dar a A una definición clásica, ya que su correspondiente preposición no divide el universo U en dos partes claramente

¹⁵Aranguren Silvia, Muzacchiodi Silvia, “Lógica Difusa o Matemática Borrosa” 2005, Editorial Data Mining, Pag 3, 2005.

diferenciadas, no podemos afirmar una rotundidad que una temperatura es¹⁶ “cálida” ó no lo es. El problema podría resolverse en parte considerando que una temperatura es “cálida” cuando su valor supera cierto umbral fijado de antemano, se dice que el problema tan sólo se resuelve en parte, y de manera no muy convincente, por dos motivos: de una parte el umbral mencionado se establece de una manera arbitraria, y por otro lado podría darse el caso de que dos temperaturas con valores muy diferentes fuesen consideradas ambas como “cálidas”, evidentemente, el concepto “calor” así definido nos daría una información muy pobre sobre la temperatura ambiental.

La manera más apropiada de dar solución a este problema es considerar que la pertenencia o no pertenencia de un elemento x al conjunto A no es absoluta sino gradual, en definitiva, definiremos A como un conjunto Difuso, su función de pertenencia ya no adoptará valores en el conjunto discreto $0,1$ (lógica booleana), sino en el intervalo cerrado $[0, 1]$; en conclusión podemos observar que los Conjuntos Difusos son una generalización de los conjuntos clásicos.¹⁷

Ejemplos de subconjuntos borrosos

- En el conjunto de los empresarios Bolivianos, el subconjunto borroso de los empresarios exitosos o el subconjunto borroso de los empresarios muy jóvenes.
- En el conjunto de las inversiones de una empresa, el subconjunto borroso de las inversiones altamente redituables.
- En el conjunto de los artículos de la canasta familiar, el subconjunto borroso de los artículos de mucha demanda.

¹⁶Aranguren Silvia, Muzacchiodi Silvia, “Lógica Difusa o Matemática Borrosa” 2005, Editorial Data Mining, Pag18, 2005

¹⁷Aranguren Silvia, Muzacchiodi Silvia, “Lógica Difusa o Matemática Borrosa” 2005, Editorial Data Mining, Pag 18, 2005

ESTADOS FINANCIEROS

Se denominan estados financieros (estados contables) al conjunto de documentos contables suscritos por profesional especializado, que en forma resumida de acuerdo con normas de contabilidad y disposiciones legales proporcionan información en términos de unidades monetarias, referidas a la situación patrimonial y financiera de una empresa a una determinada fecha y los resultados obtenidos por un determinado tiempo de trabajo¹⁸.

ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS O PROSPECTIVOS

Los estados proyectados o prospectivos son pronósticos o proyecciones referidas, referidos a las mismas cuestiones que los estados contables básicos. En consecuencia, es razonable que los estados proyectados tengan la forma y el contenido de los históricos¹⁹.

LÓGICA BORROSA

²⁰La Lógica borrosa ó llamada también Lógica difusa es básicamente una lógica con múltiples valores, que permite definir valores en las áreas imprecisas entre las evaluaciones convencionales de la lógica clásica: El si/no, cierto/falso, blanco/negro, etc. con la lógica borrosa, las proposiciones pueden ser representadas con grados de certeza o falsedad, la lógica tradicional de las computadoras opera con ecuaciones muy precisas y dos respuestas: si o no, uno o cero.

¹⁸Terán Gandarillas, Gonzalo J. "Temas de Contabilidad Básica", Pág. 181, Editorial Educación y cultura, Ed 2004. Cochabamba, Bolivia.

¹⁹Fowler Newton, Enrique. "Tratado de Auditoría". Tomo 2. Pág. 988. Editorial La Ley. 4ta Edición 2009. Buenos Aires, Argentina.

²⁰ZadehLefti, "A fuzzy Set Teoric Interpretation of linguistic Hedges", Versión Castellano Journal of Cybernetics No 2, Pag 34, 1992

Por medio de la Lógica borrosa pueden formularse matemáticamente noción como un poco caliente o muy frío, para que sean procesadas por computadoras y cuantificar expresiones humanas vagas, tales como “Muy alto” o “Luz brillante”. De esa forma, es un intento de aplicar la forma de pensar humana a la programación de los computadores. Permite también cuantificar aquellas descripciones imprecisas que se usan en el lenguaje y las transiciones graduales en electrodomésticos como ir de agua sucia a agua limpia en un lavarropas, lo que permite ajustar los ciclos de lavado a través de sensores. La habilidad de la Lógica borrosa para procesar valores parciales de verdad ha sido de gran ayuda para la ingeniería en general.

La Lógica borrosa entonces es como un sistema matemático que modela funciones no lineales, que convierte unas entradas en salidas, acordes con los planteamientos lógicos que usan el razonamiento aproximado.

El mundo es y siempre será un lugar borroso, si combinamos el término “borroso” con “lógica” conseguimos una contradicción de ideas; desgraciadamente la palabra “borroso” tiene connotaciones muy negativas, significa incierto, impreciso, pensamiento errado, cuando las personas pensamos en lógica, es lo último en precisión, indiscutiblemente, ser lógico es quizás el cumplido más alto que se puede dar a una persona un científico o ingeniero.

No hay nada impreciso o borroso en la lógica borrosa, es matemática natural y simple, que se funda en el concepto de “todo es cuestión de grado”, lo cual permite manejar información vaga o de difícil especificación, si queremos hacer cambios con esta información en el funcionamiento o el estado de un sistema específico es entonces esto posible gracias a la lógica borrosa, controlar un sistema de reglas de “sentido común” las cuales se refieren a cantidades indefinidas.

Los sistemas borrosos son una tecnología híbrida que combina el buen conocimiento del si-entonces, pueden usarse reglas borrosas para representar conocimiento inicial que puede convertirse en una forma de red neuronal, esta técnica puede tomar la ventaja de red neuronal que aprende a poner a punto las funciones borrosas de lasproposiciones usadas en las reglas, o como un método de inicializar las redes neuronales con algún nivel mínimo de competencia para una tarea.

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LÓGICA BORROSA

Una de las disciplinas de la matemática aplicada con mayor número de seguidores actualmente es la llamada lógica borrosa o difusa, que se basa en la lógica formal, pero a diferencia de la lógica formal que utiliza sólo dos valores el verdadero y falso, 0 y 1, es decir bivalente, la lógica borrosa utiliza expresiones que no son ni totalmente ciertas ni completamente falsas, es decir, es la lógica aplicada a proposiciones que pueden tomar un valor cualquiera de veracidad dentro de un conjunto de valores que oscilan entre dos extremos, verdad 1 y la falsedad 0:

0	Falso
0.1	Prácticamente Falso
0.2	Casi Falso
0.3	Bastante Falso
0.4	Más falso que verdadero
0.5	Ni Falso Ni Verdadero
0.6	Más Verdadero que Falso
0.7	Bastante Verdadero
0.8	Casi Verdadero
0.9	Prácticamente Verdadero
1	Verdadero

Conviene recalcar que lo que es difuso, borroso, impreciso o vago no es este tipo de lógica en sí, sino el objeto que estudia: expresa la falta de definición del concepto al que se aplica. La lógica borrosa permite tratar información imprecisa, como estatura media o temperatura baja, en términos de conjuntos borrosos que se combinan en reglas para definir acciones: si la temperatura es alta entonces enfriar mucho, de esta manera, los sistemas de control basados en lógica borrosa combinan variables de entrada, definidas en términos de conjuntos borrosos, por medio de grupos de reglas que producen uno o varios valores de salida.

MATEMÁTICA

²¹ “La matemática (del griegoμάθημα, máthema: ciencia, conocimiento, aprendizaje, μαθηματικός, mathematikós: el que aprende, aprendiz) es la ciencia que estudia lo propio de las regularidades, las cantidades, las formas y sus relaciones, así como su evolución en el tiempo. En español también se puede usar el término en plural: matemáticas.

Es una de las ciencias exactas, que trabaja tanto con entes de abstracción racional, es decir elementos que no existen en la realidad, solo son creados por la razón y con el universo en si. Su trabajo es el estudio de estos entes y todas las propiedades que ellos cumplen siguiendo los pasos de la lógica y de la deducción. Es una ciencia de tipo instrumental, es decir no tiene sentido en si misma, mas allá de la belleza que algunos le encuentran, no tiene sentido si no se aplica, o sea, sola, aislada, la matemática no sirve para nada.

²¹<http://www.google.com.bo/url?sa=X&start=> ,16 de Enero del 2008, Concepto moderno de matemática.

Ramas de la Matemática

²²Las numerosas ramas de la matemática están muy interrelacionadas. He aquí una lista de secciones para considerar en su estudio.

Fundamentos y Métodos

Teoría de conjuntos - Lógica matemática - Teoría de categorías

Investigación Operativa

Teoría de juegos - Programación entera - Programación lineal - Simulación
- Optimización - Método simplex - Programación dinámica

Números

Números - Número natural - Número entero - Número racional - Número irracional - Número real - Número complejo.

Matemática de la continuidad y el cambio

Cálculo - Cálculo vectorial - Análisis - Ecuación diferencial - Sistemas dinámicos y teoría del caos - Funciones–Logaritmo

Análisis

Sucesiones - Series - Análisis complejo - Análisis funcional - Álgebra de operadores

²²<http://es.wikipedia.org/wiki/Matem%C3%A1ticas> , 16 de Enero del 2008, Historia de la Matemática.

Matemática discreta

Combinatoria - Teoría de conjuntos - Probabilidad - Estadística - Teoría de la computación

Matemática aplicada

Mecánica - Cálculo numérico - Optimización - Matemática discreta - Estadística – **MATEMÁTICA BORROSA O DIFUSA.**

En este punto donde indica que, dentro de la rama **Matemática Aplicada** se encuentra la **MATEMÁTICA BORROSA** o difusa, por lo tanto, esto confirma la justificación práctica planteada, en este trabajo.

MATEMÁTICA BORROSA

²³La matemática borrosa o matemática difusa, son los nombres que se le da a una rama de la matemática aplicada, se fundamenta en la lógica borrosa que a su vez se basa en la lógica formal, pero a diferencia de la lógica formal que utiliza sólo dos valores el falso y verdadero, 0 y 1, es decir bivalente, en la lógica borrosa se toma valores entre 1 y 0 aproximándose a la capacidad de reproducir aceptablemente el razonamiento humano.

Valuación

La valuación es un dato numérico en una escala adecuada para el tratamiento de carácter subjetivo a objetivo es decir, lo que nuestros sentidos perciben, lo que es por nuestra experiencia a una escala medible.

²³Aranguren Silvia, Muzacchiodi Silvia, “Lógica Difusa o Matemática Borrosa” 2005, Editorial Data Mining, Pag 15, 2005

Por ejemplo si una valuación expresa un valor entre 0 (falso) y 1 (verdadero) se pueden elegir correspondencias semánticas de la verdad a la falsedad:

Sistema Binario	0 Falso
Lógica clásica	1 Verdadero

Sistema Ternario	0 Falso
	0,5 Ni Falso ni Verdadero
	1 Verdadero

El sistema Endecanario es el que se emplea en la matemática borrosa.

Se trata de un tipo de lógica que reconoce más que simples valores verdaderos y falsos. Con lógica borrosa, las proposiciones pueden ser representadas con grados de veracidad o falsedad. Por ejemplo, la sentencia “hoy es un día soleado”, puede ser 100% verdad si no hay nubes, 80% verdad si hay pocas nubes, 50% verdad si existe neblina y 0% si llueve todo el día.

La mayoría de los fenómenos que encontramos cada día son imprecisos, es decir, tienen implícito un cierto grado de difusidad ó borrosidad en la descripción de su naturaleza. Esta imprecisión puede estar asociada con su origen, posición, momento, color, textura, etc. Es decir dentro de la semántica que describe lo que es o lo que son. En muchos casos el mismo concepto puede tener diferentes grados de imprecisión en diferentes contextos o tiempo. Por ejemplo si decimos Un día cálido en invierno no es exactamente lo mismo que un día cálido en primavera. La definición exacta de, cuando la temperatura va de templada a caliente es impreciso se puede identificar un punto simple de templado, tal que basta que aumente un simple grado la temperatura del ambiente sea considerada caliente. Este tipo de imprecisión o difusidad asociado continuamente a los fenómenos, es común en todos los campos de estudio: económico, social, físico,

biología, finanzas, ingeniería, psicología, etc. Aceptamos la imprecisión como una consecuencia natural de la forma de las cosas en el mundo.

Pero, es la imprecisión un concepto digamos “artificial” utilizado para aumentar o disminuir las propiedades de los fenómenos, o es una parte intrínseca del fenómeno en sí mismo. Esta es la proposición que la matemática borrosa actual quiere darle cierto grado de solución.

8.2.1 TOMA DE DECISIONES EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE EN EL ÁREA CONTABLE

Tomar una decisión significa un proceso durante el cual se debe escoger entre dos o más alternativas. Para los administradores, el proceso de toma de decisiones es sin duda una de las mayores responsabilidades, en especial en el área contable, de la adecuada selección de alternativas depende en gran parte el éxito a futuro de cualquier organización. Una decisión puede variar en trascendencia y connotación, se considera como principal trabajo de los administradores la toma de decisiones²⁴.

En contabilidad prácticamente todas las decisiones se toman en un ambiente de cierta incertidumbre, sólo las columnas “debe” y “haber” igualan exactamente, todas las variables (cuentas) de importancia vienen cargadas con estimaciones, debido a los criterios con los que fueron construidos. Sin embargo, el grado varía de una certeza relativa a una gran incertidumbre. El tomar de decisiones implica ciertos riesgos implícitos.

En una situación contable donde exista cierto grado elevado de certeza, se puede decir que se está razonablemente seguro sobre lo que ocurrirá cuando se tome

²⁴Cohen Asín, Sistemas de Información para los negocios. Tercera Edición. Mc Graw Hill, S. A. México.

una decisión, la información con la que se cuenta se la considera confiable y se conocen las relaciones de causa y efecto.

Por otra parte en una situación de incertidumbre, sólo se tienen datos inciertos, deficientes en su contenido, se tiene mucha inseguridad sobre los posibles cambios que pueda sufrir la situación, más aún, no pueden evaluar el comportamiento futuro y las interacciones de las variables (cuentas) relevantes. La toma de decisiones en una organización invade cuatro funciones administrativas que son: planeación, organización, dirección y control, cuando se trata del aspecto contable la función planeación es la que nos interesa. En la planeación se defina la misión y objetivos a corto, mediano y largo plazo, así como las acciones para cumplirlas.

Racionalidad en la toma de decisiones

En el caso de los estados financieros proyectado cuando un administrador se enfrenta a una toma de decisiones, además de comprender la situación que se presenta, debe tener la capacidad de analizar, evaluar, reunir alternativas, considerar las variables, es decir, aplicar una técnica, como la que se propone utilizando la matemática borrosa.

Etapas de la toma de decisión

En contabilidad para la toma de decisiones se sigue las mismas etapas que en el proceso administrativo²⁵:

²⁵Moody Paul E., Toma de decisiones gerenciales. Editorial McGraw Hill Latinoamericana, S.A.

Diagnostico de ó las variables
Generación de soluciones alternativas
Evaluación de alternativas
Selección de la mejor alternativa
Evaluación de la decisión
Implantación de la decisión

Diagnóstico de ó las variables:

En la fase inicial se reconocen las variables fundamentales, teniendo en cuenta el estado actual con respecto al estado deseado. Una vez que la ó las variables se han identificado se debe realizar el diagnóstico y luego de esto podremos desarrollar las medidas correctivas.

Generación de soluciones alternativas:

La solución de ó las variables puede lograrse por varios caminos y no sólo seleccionando entre dos alternativas, se pueden formular hipótesis ya que con la alternativa hay incertidumbre.

Evaluación de alternativas:

La tercera etapa implica la determinación del valor o la adecuación de las alternativas que se generaron. ¿Cuál solución será la mejor?

Los administradores deben considerar los distintos tipos de consecuencia. Por supuesto que deben intentar predecir los efectos sobre las medidas financieras u otras medidas de desarrollo. Pero también existen otras consecuencias menos definidas que hay que atender. Por supuesto, no es posible predecir los resultados con toda precisión, entonces se generan planes de contingencia, esto es, curso alternativo de acción que se pueden implantar con base en el desarrollo de los acontecimientos.

Selección de la mejor alternativa:

Cuando el administrador ha considerado las posibles consecuencias de sus opciones, ya está en condiciones de tomar la decisión. Debe considerar tres términos muy importantes. Estos son: maximizar, satisfacer y optimizar.

- **Maximizar:** es tomar la mejor decisión posible
- **Satisfacer:** es la elección de la primera opción que sea mínimamente aceptable o adecuada, y de esta forma se satisface una meta o criterio buscado.
- **Optimizar:** Es el mejor equilibrio posible entre distintas metas.

Evaluación de la decisión:

Evaluar la decisión, forma parte de la etapa final de este proceso. Se recopila toda la información que nos indique la forma como funciona una decisión, es decir, es un proceso de retroalimentación que podría ser positiva o negativa. Si la retroalimentación es positiva, pues entonces nos indica que podemos continuar sin problemas y que incluso se podría aplicar la misma decisión a otras áreas de la organización. Si por el contrario, la retroalimentación es negativa, podría ser que: 1) tal vez requiera de más recursos, esfuerzos o pensamiento o 2) nos puede indicar que la decisión fue equivocada, para lo cual debemos volver al principio del proceso.

Implementación de la decisión:

El proceso no finaliza cuando la decisión se toma; esta debe ser implementada. Debe existir la comprensión total sobre la elección de la decisión tomada en sí, las razones que la motivan y sobre todo debe existir el compromiso de su implementación exitosa.

A la conclusión que se llega es: El administrador tiene que familiarizarse con el proceso de toma de las decisiones y sus ingredientes.

Sin embargo, una vez que se haya procesado toda la información y al mismo tiempo comprendido cuál es la estructura básica para la construcción de la toma de decisiones, se requiere un ingrediente más para que un administrador tome las decisiones acertadas, debe correr riesgos²⁶. La persona que no desee correr riesgos nunca tendrá éxito como Gerente o administrador de área y lo más importante de todo, el valor para tomar la decisión que se requiere cuando ésta conlleva un riesgo, mas si se trata del área contable-financiera. La cualidad personal del valor para aceptar la responsabilidad de una decisión (sea ésta buena o mala) separa a las personas ordinarias de quienes toman decisiones excelentes.

9. INTENTOS DE APLICACIÓN DE MATEMÁTICA BORROSA EN CONTABILIDAD

El estado del valor estratégico²⁷

Este trabajo fue presentado en VII Congreso of the Internacional Society fo rFuzzy Management and Economy, en Grecia. Con el fin de demostrar la aplicabilidad de la matemática borrosa a la gestión de las organizaciones, presentando un modelo que permite analizar, identificar y comparar, los activos intangibles que posee un determinado ente, sin considerar los modelos de valuación, limitándose sólo a su exposición. Lo que motivo a incursionar en este ámbito fue la suficiente respuesta que brindan las técnicas contables actuales al tratamiento de estos tipos de problemas. Con la información del estado del valor estratégico los responsables

²⁶ LEON ORFELIO, Tomar Decisiones difíciles. Segunda Edición. Editorial McGraw Hill. Madrid (España).

²⁷ VII Congreso of the Internacional Society for Fuzzy Management and Economy, Chania, Creta , Grecia, Septiembre 18, 19, 20, del 2000, Pag 751, 762

de establecer estos lineamientos clave para la estrategia de cualquier empresa, podrán valorar el impacto que generan las inversiones en recursos inmateriales sobre la construcción de marca y creación de una empresa.

Punto de Equilibrio Multiproducto en la Incertidumbre²⁸

En esta investigación los intervalos de confianza, y todos sus operadores, fueron tratados con números borrosos triangulares, sirvió como instrumento para medir la incertidumbre y mostrar mediante un ejemplo práctico, la dificultad que entraña el cálculo de un punto de equilibrio cuando se tiene multiproductos. Para solucionar la problemática citada, los investigadores eligieron el programa informático GAMS (General Algebraic Modeling System) que les permitió mediante un lenguaje de modelización plantear el ejemplo práctico propuesto mediante un modelo de programación lineal.

Análisis de costo-volumen-utilidad bajo condiciones de incertidumbre²⁹

“En el ámbito de las organizaciones empresariales, el tratamiento de la incertidumbre se caracteriza por la simplificación de la realidad y la obtención de precisión, esto se busca actualmente a través de la disminución de la incertidumbre mediante las llamadas pérdidas de información, consiste en tratar los datos imprecisos como si fueran ciertos o estocásticos, es precisamente para evitar este inconveniente que proponemos la utilización de la Matemática Borrosa como soporte de las herramientas tradicionales de gestión empresarial.

²⁸Valentín Navarro Miguel, Ferrando BoladoMáximo, investigación presentada en el III Congreso del SIGEF, del 10 al 13 de noviembre 2003 en Buenos Aires, Argentina, ambos docentes de la Facultad de Ciencias económicas y Empresariales, de la Universidad de Valencia, España.

²⁹ XXVII Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos, Tandil, Argentina, 2004

El objetivo de la aplicación de la Matemática Borrosa en las disciplinas contables, financieras y administrativas, es mantener la confiabilidad de la información, rediseñando los modelos, métodos y técnicas usuales de apoyo para la toma de decisiones mediante el uso de números que cuantifiquen y reflejen adecuadamente la incertidumbre, es decir, con números y subconjuntos borrosos. En el caso particular del punto de equilibrio, para determinar la cantidad mínima a producir y vender, a partir de la cual siempre se obtienen beneficios, la incertidumbre puede generarse al definir cualquiera de los componentes del proceso productivo (costos fijos o variables) y, sobretodo, en la determinación del precio de venta de sus artículos.

Por lo tanto, desarrollamos un modelo que permita al que decide, trabajando con los límites que estime convenientes para cada una de las variables, operar esa incertidumbre fijando un área de rentabilidad a través de la cuantificación de magnitudes inciertas mediante intervalos de confianza.”

10. CRITERIOS RECOMENDADOS POR LA INTERNATIONAL FEDERATION OF ACCOUNTANTS (IFAC) PARA LA ELABORACIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS

En su International Standard on Assurance Engagements (ISAE) 3400³⁰, la IFAC define:

2. En la información financiera prospectiva, se debe obtener:

a) las premisas que resultan de las estimaciones por parte de la gerencia sobre los que se basa la información financiera proyectada son razonables y, en el

³⁰The Examination of Prospective Financial Information, International Standard on Assurance Engagements 3400 de la IFAC.

caso de supuestos hipotéticos, éstos son consistentes con el propósito de la información;

b) la información financiera prospectiva ha sido adecuadamente preparada sobre la base de las premisas;

c) la información financiera prospectiva se presenta apropiadamente y todas las premisas significativas están adecuadamente expuestas, incluyendo una indicación clara de que ellas son las premisas mejor estimadas, y

d) la información financiera prospectiva ha sido preparada sobre una base consistente con los estados financieros históricos, utilizando principios contables apropiados.

Los fundamentos de este enfoque son los siguientes:

8. La información financiera prospectiva se refiere a hechos y acciones que todavía no han ocurrido y que pueden no ocurrir, aunque puede haber evidencia que respalde las premisas sobre las que se basa la información financiera prospectiva, está en sí misma orientada hacia el futuro y es, por lo tanto, especulativa en naturaleza, lo que la distingue de la evidencia ordinariamente disponible en la información financiera histórica, en consecuencia, el auditor no está en una posición que le permita expresar una opinión sobre si los resultados mostrados en la información financiera prospectiva pueden ser logrados.

Esto es: para la International Federation of Accountants, sólo por excepción podría darse una seguridad positiva sobre la razonabilidad de las premisas utilizadas para la elaboración de pronósticos, en los restantes casos, debería evaluarse que ellas no sean irrazonables.

11. CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS PROYECTADOS DEL AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)

Guía para la Elaboración de Estados Financieros Proyectados

Statement of Standards for Accounting and Review Services(SSARS) No. 1 define en términos generales un estado financiero como:³¹

Una presentación de información financiera, incluyendo notas explicativas, que se derivan de registros contables y previstas para comunicar acerca de los recursos económicos u obligaciones de una entidad, en un momento dado, o cambios en los mismos durante un período de tiempo, en conformidad con principios de contabilidad generalmente aceptados ó los de una base integral de contabilidad diferente a principios de contabilidad generalmente aceptados. Los pronósticos financieros, las proyecciones y presentaciones similares y las presentaciones financieras incluidas en las declaraciones de impuestos no son estados financieros para los fines de SSARS No. 1

AT 301 (Administration Taxes 301)

Previsión financiera y Proyecciones

Definiciones

(Párrafo) 08. Para los propósitos de esta sección, las definiciones siguientes se aplican.

a) Estados Financieros Proyectados o Prospectivos.- Cualquier pronóstico financiero o proyección financiera incluyendo los resúmenes de supuestos

³¹Statement of Standards for Accounting and Review Services.

significativos y políticas de contabilidad, los estados financieros proyectados que hayan expirado parcialmente no se consideran estados financieros proyectados, los estados financieros y las presentaciones parciales no se consideran estados financieros proyectados.

c) Previsión Financiera.- Estados financieros proyectados son presentados con responsabilidad de la administración de la entidad, (...), la proyección financiera se basa en la responsabilidad de los supuestos asumidos por la entidad en la elaboración; refleja las condiciones que espera existan y cual será la línea de conducta en la toma de decisiones, un pronóstico financiero se debe expresar en unidades monetarias específicas, donde el responsable, es decir, el ente selecciona los supuestos para formar una gama dentro de lo razonablemente esperado, con lo mejor de su conocimiento.

d) Proyección Financiera.- Los estados financieros prospectivos que se presentan son responsabilidad del ente en conocimiento y creencia, dados uno o mas supuestos hipotéticos, dentro de lo que la entidad espera en su posición financiera, resultados de operaciones, y flujos de liquidez; una proyección financiera se prepara a veces para presentar una o más líneas de conducta hipotéticas para la evaluación, como en respuesta a la pregunta "¿Qué sucede si...?" La proyección financiera se basa en los supuestos que reflejan condiciones que se espera existirían y tomar un curso de acción.

f) Supuesto Hipotético.- Un supuesto utilizado en una proyección financiera representa una condición o una línea de conducta que no se espera que necesariamente ocurra, pero es consistente con el propósito de la proyección.

(Párrafo 68AT 301) Pautas mínimas para la presentación:

1. La información presentada en el formato de estados financieros históricos facilitan las comparaciones en la situación financiera, resultados de operaciones, y flujos de liquidez de períodos anteriores, así como los alcanzados realmente en el período, por consiguiente, los estados financieros proyectados preferiblemente deben estar en el formato de los estados financieros históricos que serían publicados para los períodos cubiertos a menos que haya un acuerdo entre la parte responsable y los usuarios potenciales que especifiquen otro formato, los estados financieros proyectados pueden tomar la forma de estados financieros básicos completos o se pueden limitar a las partidas mínimas siguientes.

- a) Ventas o Ingresos redituados
- b) Beneficio bruto o coste de ventas
- c) Infrecuentes o inusuales ítems
- d) Provisión para impuestos por ganancia
- e) Operaciones interrumpidas
- f) Ingresos por operaciones continuas
- g) Renta Neta
- h) Beneficio por acción básico y diluido
- i) Cambios significativos en la situación financiera
- j) Una descripción acerca de lo que se propone la parte responsable de los estados financieros anticipados presentados, una declaración de que los supuestos están basados bajo responsabilidad de la entidad cuando la información anticipada fue elaborada y una advertencia que los resultados anticipados podrían no ser alcanzados.
- k) Resumen de supuestos significativos
- l) Resumen de las políticas de contabilidad significativas

2. Una presentación que omita uno o más de las partidas aplicables a-i es una presentación parcial, cuál no sería ordinariamente apropiado para el uso general, si una partida aplicable omitida es derivable de la información presentada, la presentación no debería ser juzgada como una presentación parcial, una presentación que contenga las partidas mínimas aplicables a-i, pero omita las partidas j-l, está conforme a todas las provisiones de esta sección aplicándose como una presentación completa.

PROYECCIONES DE ESTADOS FINANCIEROS CONTABLES

12. Métodos Tradicionales de Proyección

Las técnicas de proyección son una herramienta necesaria para la planeación macro y microeconómica. Para el caso del gerente, su quehacer básico es la toma de decisiones con consecuencias futuras y por lo tanto, debe elaborar estimativos de lo que sucederá en el futuro.

Por otro lado, debe prever escenarios que le permitan anticiparse a las posibles eventualidades que le indicarán la conveniencia o inconveniencia de una alternativa. Por lo tanto, es necesario que el analista conozca, por lo menos la existencia de ciertas técnicas, que le ayuden en esta tarea.

Para elaborar pronósticos, se pueden encontrar dos grandes clases de modelos: causales y de series de tiempo. Los primeros tratan de encontrar las relaciones de causalidad - causa y efecto- entre diferentes variables, de manera que conociendo o prediciendo alguna o algunas de ellas, se pueda encontrar el valor de otra. En el segundo caso no interesa encontrar esas relaciones, se requiere solamente encontrar los posibles valores que asumirá una determinada variable³². En

³²Vélez Pareja, Ignacio, 2004, Decisiones de inversión, Enfocado a la valoración de empresas, 4ª edición, CEJA, Disponible en línea en www.poligran.edu.co/decisiones

todos los casos, siempre se hace uso de la información histórica, ya sea para predecir el comportamiento futuro o para suponer que el comportamiento histórico se mantendrá hacia el futuro y sobre esta base, hacer los estimativos.

Se debe tener presente que no existe ningún método de pronóstico infalible. En el proceso de toma de decisiones se involucra el comportamiento humano, por ejemplo, a través de las decisiones de los individuos, a quienes está dirigido un determinado individuo, imposibles de predecir con exactitud.

La mayoría de los datos, incluyen combinaciones de estas tendencias y se deben generar procedimientos para separarlos. Existen otras clases de pronósticos denominados cualitativos o pronóstico tecnológico. Otro método es el Proceso Analítico Jerárquico (Analytical Hierarchical Process, AHP) que busca la manera de manejar múltiples objetivos y asignarle pesos consistentes. También existen metodologías que tienen en cuenta la imprecisión de las percepciones o juicios que tiene quien toma las decisiones sobre el valor de una variable. Esto se llama análisis con variables borrosas (fuzzy variables). Este enfoque permite acercarse mejor a la realidad que suponer que un gerente tiene una estimación muy precisa de una variable³³.

Estados financieros proyectados

Existen muchas técnicas de pronóstico que podrían servir para hacer proyecciones a los estados financieros. Algunas de ellas se mencionaron arriba. Muchas veces no es posible utilizar métodos de proyección de descomposición y será necesario de todas maneras, hacer proyecciones (por ejemplo, cuando se inicia un nuevo negocio). Para esto es necesario identificar las variables

³³Benninga S. Z., y Oded H. Sarig, Corporate Finance. A Valuation Approach, McGraw Hill, 1997

pertinentes y hacer predicciones sobre sus valores futuros, en base en los valores previstos, se pueden construir los estados financieros proyectados o "prospectivos" y con esa información, evaluar las consecuencias futuras de las decisiones.

Información básica y metas ó políticas para proyectar estados financieros

La recolección de información se debe hacer sobre montos de diversos gastos, volúmenes, precios de venta y de compra, aumentos porcentuales en los precios y los volúmenes de venta, elasticidad de la demanda, cantidad, precio, valuación de los activos, inflación, montos de las tasas de interés, disponibilidad de crédito, etc. Por otro lado, se deben definir metas o políticas sobre depreciación, mantenimiento de inventarios, recaudos de cartera, pago de proveedores y servicios, repago de deudas, inversiones. Con esta información definida, se procede a proyectar de manera individual cada rubro o variable y con esos datos, se pueden construir los estados financieros: Balance General, Estado de Pérdidas y Ganancias, Flujo de Efectivo, etc.

Parte Práctica: Proyección de estados financieros métodos tradicionales (Ver Anexo IV)

En esta sección se presenta un modelo básico para la construcción de los estados financieros proyectados. Estos pueden ser utilizados para análisis financiero a futuro o para la valoración de una entidad. Los estados financieros que presentaremos son el Balance General, el Estado de Resultados (o estado de Pérdidas y Ganancias) y el Flujo de Efectivo. Como se podrá notar en este trabajo se hará uso de proyecciones de tipo estadístico (regresiones, etc.)

Como se estudió en pregrado los estados financieros están entrelazados entre sí, este enlace se hace con base en la relación básica de la contabilidad, que corresponde a otro tipo de estudio.

El primer paso para la construcción de los estados financieros es definir, políticas, metas y parámetros que se pueden basar en los estados financieros históricos (por ejemplo, política o meta de cartera o de inventarios), en la observación del entorno económico (por ejemplo, tasas de inflación, devaluación, etc.), en la estimación de costos de operación con base en los estados financieros históricos. Con esta información se puede iniciar el proceso de construcción de los estados financieros.

El Estado Flujo de Efectivo

Este informe es conceptualmente muy simple. Indica cuál es la liquidez del ente en determinados períodos de tiempo. Incluye todos los ingresos y egresos que se prevean para determinado horizonte de planeación (período de tiempo para el cual se hace el análisis). Asimismo, indica el saldo en bancos que se ha de tener al final de cada período. Debe observarse que el flujo de efectivo registra “el movimiento de la chequera”, es decir, lo que entra y sale de la cuenta Caja y bancos del balance general. Este es quizás el estado financiero más importante porque nos permitemantener una alerta sobre la situación de liquidez del ente y así determinar si se debe buscar financiamiento adicional ó si se tiene excedentes para invertir.

El instrumento debe medir los efectos de las diferentes decisiones que se tomen y además, con él debe ser posible analizar los diferentes cursos de acción.

Con esta herramienta se contestarán preguntas tales como: ¿Cuándo se necesita dinero?, ¿Cuánto se necesita?, ¿Se pueden aumentar las ventas con los recursos que se tienen?, ¿Hasta cuánto se pueden aumentar las ventas con los recursos

disponibles?, ¿Si las ventas aumentan, cuándo y cuánto se necesita para responder al esfuerzo de la fuerza de ventas?, ¿Cómo se puede negociar un esquema de pago de obligaciones con un banco? ¿Cuál es la capacidad máxima de endeudamiento? ¿Cuándo y cuánto habrá de excedentes de liquidez?.

La longitud del horizonte de planeación que se utiliza depende de los propósitos de análisis y control que se tengan.

Se puede aceptar la idea que si el flujo de efectivo está bien, los demás estados financieros (tradicionales) tenderán a estar bien. En otras palabras, hay que controlar el Flujo de Efectivo para la concordancia en el Estado de Pérdidas y Ganancias o el Balance General. No se debe olvidar que el Balance General y el Estado de Pérdidas y Ganancias son análisis "post-mortem", "a posteriori". Ahora bien, se pueden hacer proyecciones de estos dos estados financieros, pero las decisiones cotidianas, que son las que conforman los resultados finales, se hacen día a día y en su mayoría están relacionadas con el cuándo, cuánto y qué hacer con el déficit o el superávit de efectivo.

13. MÉTODO DE PROYECCIÓN UTILIZANDO LA MATEMÁTICA BORROSA

Para la aplicación práctica a nuestro medio de la Matemática Borrosa, se tomaron los estados financieros, Balance General, Estado de Ganancias y Pérdidas y Flujo de Efectivo de las gestiones terminadas del 2005 al 2008 de las empresas SOBOCE S.A., Banco Bisa S.A., Banco Nacional de Bolivia S.A. (escogidas por ser las más representativas en sus rubros).

Por ejemplo para la empresa SOBOCE en el estado de ganancias y pérdidas (ver Anexo No 2) en la primera partida, Ventas Netas obtuvo:

Cuadro ventas netas SOBOCE S.A.

Gestión	Ventas Netas (En Millones de Bs.)
2005	500
2006	572
2007	751
2008	842

Entonces el conjunto en cuestión es Ventas Netas.

Lo que en este trabajo de investigación se propuso es trabajar con números borrosos triangulares, que implican funciones lineales. Como se menciona en la teoría de la investigación, un número borroso está formado por un intervalo de números, que puede tomar valores entre 0 (falso, no pertenencia) y 1 (verdadero, pertenencia total), de acuerdo a una escala endecanaria. Un número borroso triangular se presenta de la siguiente manera, en intervalos de confianza:

[valor mínimo, valor de más confianza, valor máximo]

Una vez presentada la noción de número borroso triangular, se expuso en el marco teórico la forma en que se realizan las operaciones básicas con estos números.

Volviendo al caso de SOBOCE a partir de los datos de las Ventas netas de las gestiones 2005 al 2008 (cuatro gestiones) se tendrá cuatro números borrosos triangulares, cada uno representativo de cada gestión.

La noción de distancia sirve para calcular el grado de alejamiento entre dos elementos de un intervalo, la más utilizada es la distancia de Hamming³⁴ una a la derecha y otra a la izquierda.

$$D_i([a_1, a_2, a_3] [b_1, b_2, b_3]) = |a_1 - b_1|$$

$$D_d([a_1, a_2, a_3] [b_1, b_2, b_3]) = |a_3 - b_3|$$

La suma de ambas distancias dará la distancia total de cada número borroso triangular

.

Cabe aclarar que esta es una de las técnicas basadas en la lógica difusa, ya que existen otras más complejas, y en aras de la didáctica, no se las mencionará en este trabajo.

En el Anexo III se analiza el método de distancias y se deducen matemáticamente, las fórmulas generales para calcular los valores proyectados para años pares e impares:

$$v_n \begin{cases} v_4 + \frac{n-4}{2} \Delta p \text{ para } n \text{ par } \geq 6 \\ v_3 + \frac{n-3}{2} \Delta p \text{ para } n \text{ impar } \geq 5 \end{cases}$$

Donde $\Delta p = v_4 - v_2$

³⁴Ver anexo Distancia de Hamming para intervalos de confianza.

En el ejemplo de la partida Ventas Netas de SOBOCE para encontrar la proyección al año 2009 y el valor borroso más confiable primero se debe encontrar los números borrosos triangulares de cada gestión:

El cuadro Ventas Netas SOBOCE S.A. se presenta de la siguiente manera:

Año	Venta Neto	Año	Venta Neto
a_1	v_1	2005	500
a_2	v_2	2006	572
a_3	v_3	2007	751
a_4	v_4	2008	842

Ahora se construyen los números borrosos triangulares de la siguiente manera:

Año	Venta Neto	Año	Venta Neto
a_1	$[x, v_1, v_2]$	2005	$[x, 500, 572]$
a_2	$[v_1, v_2, v_3]$	2006	$[500, 572, 751]$
a_3	$[v_1, v_3, v_4]$	2007	$[500, 751, 842]$
a_4	$[v_3, v_4, y_1]$	2008	$[751, 842, y_1]$

Y para la proyección:

Año	Venta Neto	Año	Venta Neto
a_5	$[v_4, y_1, y_2]$	2009	$[842, y_1, y_2]$
a_6	$[y_1, y_2, y_3]$	2010	$[y_1, y_2, y_3]$
a_7	$[y_2, y_3, y_4]$	2011	$[y_2, y_3, y_4]$
a_8	$[y_3, y_4, y_5]$	2012	$[y_3, y_4, y_5]$

No se conoce y_1, y_2, \dots, y_5 . A continuación utilizando las formulas encontradas se calculan esos valores:

$$y_1 = 751 + \frac{5-3}{2} (842-572)$$

$$y_1 = 1.021$$

$$y_2 = 842 + \frac{6-4}{2} (842 - 572)$$

$$y_2 = 1.112$$

$$y_3 = 751 + \frac{7-3}{2} (842 - 572)$$

$$y_3 = 1.291$$

$$y_4 = 842 + \frac{8-4}{2} (270)$$

$$y_4 = 1.382$$

$$y_5 = 751 + \frac{9-3}{2} (270)$$

$$y_5 = 1.561$$

Teniendo los valores y_1, y_2, \dots, y_5 se puede formar los números borrosos triangulares de las ventas proyectadas para cada gestión:

Año	Venta Neto
2009	[842, 1.021, 1.112]
2010	[1.021, 1.112, 1.291]
2011	[1.112, 1.291, 1.382]
2012	[1.291, 1.382, 1.561]

A continuación se muestra cómo se presentan estados financieros proyectados utilizando la matemática borrosa con los resultados de la empresa SOBOCE S.A:

Balance General Proyectado para la Gestión 2009 SOBOCE

Expresado en millones de Bs.

Activo		Pasivo	
Activo Corriente		Pasivo Corriente	
Disponibilidades	[19, 23, 25]	Deudas Comerciales	[102, 114, 136]
Inversiones temporales	[56, 137, 166]	Deudas Bancarias Financieras	[88, 102, 125]
Cuentas por Cobrar	[64 ,74, 88]	Impuestos por Pagar	[53, 79, 113]
Inventarios	[81, 83, 100]	Deudas Sociales	[11, 23, 46]
Gastos pagados Adltdo	[55, 56, 57]	Pasivo No Corriente	
Activos para la venta	[81, 83, 100]	Deudas Bancarias	[516, 531, 536]
Activo No Corriente		Provisión indemnizaciones	[32, 45, 60]
Otras Cuentas por cobrar	[49, 51, 56]	Total Pasivo	[802, 894, 1.016]
Inversiones permanentes	[265, 280, 317]	Patrimonio	
Activos fijos	[967, 971, 974]	Capital Pagado	[196, 196, 196]
Cargos diferidos	[11, 13, 20]	Aportes por capitalizar	[1, 1, 1]
Valor Llave	[69, 73, 80]	Reservas	[339, 345, 347]
Total Activo	[1.717, 1.844, 2.003]	Utilidades Acumuladas	[379, 408, 423]
		Total Patrimonio	[915, 950, 967]
		Total Pasivo y Patrimonio	[1.717, 1.844, 2.003]

**Estado de Ganancias y Pérdidas Proyectado
Para la Gestión 2009 SOBOCE
Expresado en millones de Bs.**

Ventas Netas	[1.021, 1.038, 1.291]
Costo de mercadería vendida	[(482), (543), (604)]
Ganancia bruta	[539, 495, 417]
Gastos:	
De administración	[(86), (96), (117)]
De Comercialización	[(135), (153), (170)]
Ganancia operativa	[318, 246, 223]
Otras Ganancias (perdidas)	
Gastos financieros	[(48), (68), (88)]
Rendimiento de Inversiones	[39, 44, 47]
Ajuste por Inflación y Tenencia de Bienes	[(75), (94), (104)]
Ganancia del ejercicio	[234, 128, 255]

Para los cuadros donde se muestra la aplicación de la matemática borrosa de las empresas BISA y Banco Nacional ver anexos (cuadros Excel).

11. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

11.1. Fuentes de Validación del Instrumento de Proyección Contables

La Contabilidad es parte del sistema de información de un ente, y se ocupa de recopilar datos sobre las actividades económicas y financieras del mismo para luego procesarlos y emitir informes.

La información que brinda la Contabilidad será utilizada por distintos actores internos y externos al ente, con diferentes intereses e intenciones, pero todos ellos la considerarán para la toma de decisiones posteriores, a fin de que sean lo más acertadas posible.

Para ello, y con el objetivo de otorgar confianza a la información contable, es que la misma debe contener una serie de características, las cuales son:

- i) **Pertinencia:** la información debe permitir a sus usuarios confirmar o corregir evaluaciones realizadas con anterioridad o ayudarlos a mejorar sus pronósticos.

- ii) **Confiabilidad:** para lo cual debe cumplir con lo siguiente:
 - a) **Aproximación a la realidad:** la información debe lograr la mayor correspondencia posible con los fenómenos que intenta describir. Entre las principales causas de inexactitudes en la información contable, se cita a las dificultades en la medición de algunos acontecimientos y a la incertidumbre inherente a otros por vincularse a hechos futuros. Para que la información obedezca con el requisito de aproximación a la realidad debe cumplir, además, con los siguientes aspectos:

- **Esencialidad:** las operaciones y hechos deben contabilizarse basándose en su realidad económica, aunque no se cumplan todos los aspectos formales y jurídicos.
 - **Neutralidad:** la información debe ser objetiva, lo cual se da si varios observadores independientes arriban a medidas muy similares
 - **Integridad:** no debe omitirse información pertinente.
- b) Verificabilidad:** la información debe ser comprobable por cualquier persona con pericia suficiente.

iii) Sistemática: la información debe estar orgánicamente ordenada.

iv) Comparabilidad: la información debe poder compararse con otra del mismo u otros entes y contemporáneas o pasadas.

v) Claridad: debe utilizarse un lenguaje preciso.

A continuación la norma en cuestión aclara que existen dos restricciones al cumplimiento de los requisitos enunciados:

vi) Oportunidad: la información debe suministrarse en un tiempo conveniente para la toma de decisiones por parte de los usuarios, y se deja entrever que si fuera necesario puede resignarse un cierto grado prudente de confiabilidad en la información suministrada para que sea oportuna.

vii) Equilibrio entre costos y beneficios: si bien no es argumento válido el costo elevado que llega a tener la aplicación de los métodos vigentes, se acepta la utilización, en estos casos, de procedimientos alternativos como el uso de la matemática borrosa.

Ahora se pasa a justificar que, la propuesta de introducir la herramienta brindada por la **Matemática Borrosa** cumple con todos los requisitos que debe cumplir la información contable según lo recién expuesto:

viii) Pertinencia: al brindar una valuación de acuerdo a la realidad, permite confirmar si las decisiones efectuadas en los mismos fueron fructíferas o no, y ayudan a mejorar los pronósticos.

ix) Confiabilidad:

a) Aproximación a la realidad: no cabe duda alguna que la aplicación de esta técnica brinda un valor que se aproxima más a la realidad que un dato otorgado según los métodos tradicionales. Se destaca los beneficios de la misma en cada uno de los requisitos para cumplir con la aproximación a la realidad:

- **Esencialidad:** con técnicas borrosas se reconocería todo activo y pasivo en función de la realidad económica, a diferencia de los métodos actuales reconocidos.
- **Neutralidad:** tal vez la información brindada con técnicas borrosas no sea lo objetiva que es la información actual. Una alternativa para mejorar esto sería consultar a distintos expertos en cada tema para luego obtener una opinión representativa de todos, es decir, aplicar el método Fuzzy – Delphi, por ejemplo. Tampoco hay que confundir objetividad con precisión. Con las metodologías presentadas puede arribarse a valores objetivos en el sentido que dos observadores independientes con la pericia suficiente pueden alcanzar resultados similares, aunque estos no sean representados por un solo número sino por números borrosos triangulares.

- **Integridad:** si alguna técnica para valuar no cumple con este criterio que esta contemplada en las normas contables vigentes. La propuesta reconoce todos, cumpliendo con el requisito de integridad.

b) Verificabilidad: La información contenida puede ser comprobada posteriormente, ya que ésta interesa a terceros.

x) Comparabilidad: idem anterior.

xi) Claridad: idem anterior.

11.2. Tabla de Ponderación Aplicando Fuentes de Validación

- **Métodos tradicionales de Proyección**

- **Método Alternativo de Proyección**

- Uso de la Matemática borrosa.

En la siguiente tabla se muestra la evaluación de la aplicación del método de proyección utilizando de la matemática borrosa, con respecto a los otros métodos tradicionales en la proyección de estados financieros contables, en las empresas más representativas del ámbito nacional. Método aplicado, aplicación práctica.

CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN CONTABLE	MÉTODOS TRADICIONALES	MATEMÁTICA BORROSA	PONDERACIÓN
i) Pertinencia	90%	95%	5%
ii) Confiabilidad	85%	97%	12%
iii) Sistemática	90%	99%	9%
iv) Comparabilidad	90%	96%	6%
v) Claridad:	90%	90%	0%
vi) Oportunidad	85%	95%	10%
vii) Equilibrio entre costos y beneficios	80%	97%	17%
Total	610%	669%	59%

Fuente: Elaboración propia.

Por los datos a los que arribó el estudio, se demuestra que la minimización del grado de incertidumbre en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas, está en función a la aplicación de nuevos instrumentos financieros de mayor validez.

Por lo tanto: Se comprueba la H_0 . La minimización del grado de incertidumbre en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas, está en función a la aplicación de nuevos instrumentos financieros de mayor validez.

15. CONCLUSIONES

Se demostró que la utilización de la herramienta matemática borrosa cumple y mejoralos objetivos de la investigación, los requisitos que debe cumplir toda la información contable, según las resoluciones técnicas vigentes en nuestro país, pero dentro de la contabilidad se considera que el mejor lugar que se le puede asignar por el momento es el de la información complementaria a los estados financieros básicos.

Se demostró que la importancia de los estados financieros proyectados en las empresas actuales, tienen un inadecuado tratamiento dispensado por la normativa vigente, obligando a analizar posibles alternativas de soluciones, para que los informes sigan sirviendo de guía para la toma de decisiones por parte de los usuarios, pero con un grado de incertidumbre elevado.

En los estados financieros proyectados los usuarios principales de la información contable son usualmente terceros ajenos al ente, y se requiere, en consecuencia, cargar de confiabilidad la información suministrada, al punto tal que la normativa vigente, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, relegan el objetivo de integridad de la información contable en aras de la verificabilidad.

Se demostró que la introducción de la Matemática Borrosa en la proyección de estados financieros, **cubre el déficit de la incertidumbre**, adecuando el valor contable mismo a sus valores reales posibles. La información obtenida así puede constituirse en complementaria de los estados contables básicos proyectados, sin embargo, se considera que la utilidad de los conceptos propuestos es mayor en el caso de la contabilidad gerencial.

La implementación de la herramienta de la matemática borrosa para el cálculo del valor de las distintas cuentas servirá en la contabilidad gerencial, entre otras cuestiones, a la hora de realizar un control de gestión, en la rentabilidad obtenida por el negocio y los distintos ratios de solvencia, liquidez, rotación del inventario, etc. Se considera que las modificaciones que lograría la adopción de la propuesta no son menores, por el contrario, son muy relevantes a la hora de la toma de decisiones de todos los usuarios de la información contable.

A lo largo del presente trabajo se ha definido el concepto de estados financieros proyectados, así como también describimos sus componentes principales y las pautas para su elaboración.

Como consecuencia de ello, se realizó una reseña de los pronunciamientos emanados, como así también las posiciones doctrinarias más reconocidas, las cuales coinciden en remarcar la dificultad que presenta la información proyectada, dada la incertidumbre y subjetividad que rodea al establecimiento de las premisas por parte de la dirección del ente.

En este sentido, se afirmó que la aplicación de herramientas estadísticas asocian distintos grados de probabilidad a los posibles comportamientos esperados de las variables (cuentas) críticas, se fundamenta en el hecho que no nos encontramos en una situación de riesgo en la cual podamos estimar grados de probabilidad,

sino que se desarrollan en un contexto incierto en el cual sólo se puede asociar niveles de confianza al comportamiento esperado de las cuentas consideradas.

En cambio se propone la elaboración de estados financieros proyectados en base a la **utilización de la matemática borrosa** de manera tal que podamos establecer los límites más allá de los cuales no se presentará la variable analizada.

La utilización de la herramienta propuesta, permitirá a los profesionales que tengan a su cargo la tarea de proyectar información contable, formarse un juicio acerca de la razonabilidad de las premisas planteadas por la administración. De este modo se logrará agregar confianza y credibilidad a este tipo de información.

En el contexto de la práctica se puede concluir que los modelos y reglas de acción que se propone para la proyección de estados financieros contables reúnen mínimamente los requisitos que impone una teoría para la acción:

- Idealización de los hechos a la realidad
- Utilización de conceptos teóricos matemáticos como es la matemática borrosa;
- Eventual absorción de datos empíricos;
- Capacidad teórica de predicción;
- Seguridad en cuanto a compatibilidad y coherencia
- Eficiencia en función de la simplicidad, reducción de costo y razonable calidad epistemológica, ofreciendo ventajas contundentes con respecto a otras herramientas.

Las disciplinas así tratadas pueden ser consideradas, tal como surjan de su reformulación, sustantivas y operativas al mismo tiempo. En efecto, son sustantivas porque aportan nuevo conocimiento sobre los hechos susceptibles de ser accionados, y operativas por referirse a la práctica.

Según la matemática aplicada, cualquier proposición matemática debe siempre poseer simetría P, es decir las leyes son las mismas para una situación cualquiera, la simetría T la cual dice que, si se invierte la dirección del sistema, el sistema no cambia, en otras palabras las leyes son las mismas hacia delante y hacia atrás. Por lo tanto la propuesta del presente trabajo cumple con las reglas de la matemática aplicada.

En resumen, las conclusiones arribadas en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

- Se determinó la existencia del grado de **incertidumbre** en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas.
- Se estableció **el grado de minimización de la incertidumbre** en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas,
- Se comprobó que la minimización del grado de incertidumbre en la toma de decisiones en el área contable, específicamente en los estados financieros proyectados de las empresas bolivianas (BISA, BNB, SOBOCE), esta en función a la aplicación de nuevos instrumentos financieros de mayor validez.

16. RECOMENDACIONES

Ante los planteamientos expuestos en esta investigación se hace imperioso considerar las siguientes recomendaciones; pensando que del debido análisis de ellas se pueda llevar a mejorar y disminuir la incertidumbre en la proyección de los estados financieros, utilizando la herramienta de la matemática borrosa.

- Por medio de la aplicación de dicho instrumento se debe acercar los procesos que determinan una eficiente proyección de estados financieros, se debe introducir cambios planificados tanto en las empresas productivas como en las financieras.
- Crear un departamento especializado de proyección de estados financieros para mejorar la eficiencia de las empresas y disminuir la incertidumbre en los resultados de las mismas.
- En resumen, se recomienda la aplicación de esta nueva herramienta de trabajo con el objetivo de disminuir la incertidumbre en las proyecciones de los estados financieros de las empresas bolivianas, aplicando la matemática borrosa.

17. BIBLIOGRAFÍA

- ANEIVA, Idiaquez, “**Metodología de la investigación Científica**”, Edit Popular, 1987.
- Aranguren Silvia, Muzacchiodi Silvia, “**Lógica Difusa o Matemática Borrosa**” 2005, Editorial Data Mining, 2005.
- Bunge, Mario. “**Economía y filosofía**” Ed. Tecnos. Madrid. 1985. Pag. 18.
- Bunge, Mario. “**La investigación científica**”. Ed. Ariel. Madrid. 1985. Pag. 506.
- Mollo Paulino E., C.P. Artola Maria A., C.P. Lic. Adm. Galante Marcelo J., C.P. Lic. Adm. Pascual Mariano E., C.P. Lic. Adm. Morettini Mariano, C.P. Lic. Adm. Bussetto Adrian, “**Aspectos contables un nuevo paradigma en situaciones de incertidumbre**”, Tesis Universidad Nacional de Mar del plata, Centro de Investigaciones Contables, 1ro de Diciembre del 2006.
- **Curso Matemática borrosa.** Aplicaciones a la gestión de empresas y a la economía en la Facultad de Contabilidad y Administración de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Morelia, México) del 1 al 5 de febrero de 1999 por el Dr. Paulino Eugenio Mallo.
- JEMIO, Vera , Manuel, **El problema de la Investigación.** Imprenta Rocco, Segunda Edición, La Paz- Bolivia 2007.
- Gomez, R. “**Enfoques Metodológicos en Ciencias Sociales**”. U.N.C.P.B.A. Departamento Doctorado. Tandil. 1987. Pag. 54.
- Hessen; Richard, “**Teoría del conocimiento**”; Editorial Epsilon, 1997.
- Kuhn, Tomas. “**La estructura de las revoluciones científicas**” Fondo de Cultura Económica. México. 1985. Cap. V.
- Kaufman, A. y Gil Aluja, J. “**Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre**”. Editorial Hispano europea. Barcelona. 1987. Pag. 37.
- Mc Guire, J. “**Teorías del comportamiento empresario**”. El Ateneo. Buenos Aires. 1974. Pag. 293.
- TAMAYO, Tamayo Mario, **El Proceso de la Investigación Científica**, Editorial

Limusa, 2da, Edición, 1983, Bogota – Colombia.

- Velasco Salazar Carlos, “**Metodología de la investigación**”, Editorial El País, Santa Cruz, Bolivia, 1993.
- ZadehLefti, “**A fuzzy Set Teoric Interpretation of linguistic Hedges**”, Versión Castellano Journal of Cybernetics No 2, 1992.
- **XXVII Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos**, Tandil, Argentina, 2004
- **VII Congreso of the Internacional Society for Fuzzy Management and Economy**, Chania, Creta ,Grecia, Septiembre 18, 19, 20, del 2000.

Paginas WEB

<http://www.google.com.bo/url?sa=X&start=> ,16 de Enero del 2010, Concepto moderno de matemática.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Matem%C3%A1ticas> , 16 de Enero del 2010, Historia de la Matemática.