

La inteligencia artificial y la contabilidad. Lógica borrosa y representación del conocimiento

*Carlos Alberto Muñoz Restrepo
Colombia*

Resumen

La emergencia constante y vertiginosa del futuro, se halla en la inteligencia artificial. Hoy, en la era de la información y la comunicación, las disciplinas que a ello se dedican, pueden encontrar un escenario futurista para su desarrollo. En este artículo, queremos explorar esa posibilidad, específicamente en una disciplina milenaria: la contabilidad. En atención a ello, queremos plantear una serie de preguntas, que nos permitirá dimensionar el alcance, y las posibilidades de la aplicación de la inteligencia artificial en contabilidad.

Palabras clave: Contabilidad, Inteligencia artificial, lógica borrosa, incertidumbre.

Artificial Intelligence and Accounting. Fuzzy Logic and the Representation of Knowledge

Abstract

The fast and constant emergency of the future lies in artificial intelligence. Nowadays, in the time of information and communication, the disciplines devoted to that can find a futurist scenario for their development. In this paper we intend to explore this possibility, specifically, in an ancient discipline: Accounting. In order to do so, we want to ask some questions which will allow us to see the import and possibilities of the application of artificial intelligence to Accounting

Key words: Accounting, artificial intelligence, fuzzy logic, uncertainty.

Introducción

La llegada del futuro, ahora, en el siglo XXI, viene cargada de expectativas alrededor del desarrollo tecnológico. La percepción del futuro, hoy, ya no es tan lejana como lo era antes. Las visiones futuristas referían, quizás, 100 o 200 años en el tiempo -más allá no alcanzaba la imaginación- como escenario para alcanzar el potencial que la inteligencia humana podría realizar, generalmente, alrededor de una producción social justa en términos de una distribución equitativa de la riqueza y amigable con el ambiente natural, una paz perpetua, salud y bienestar físico y psicológico para todos; un escenario donde el tiempo es el testigo natural que observa cómo la especie humana, se dedica más al ocio y a la creación artística y cultural que a la producción en la fábrica, pues, en el futuro, esto ya es un asunto de las máquinas; la producción se puede automatizar. Ello es posible en la medida en que la capacidad de comprender el entorno y modificarlo en función de objetivos, se descentre del hombre y se ubique en la misma máquina o el dispositivo, de forma autónoma e independiente pero, siempre, bajo el control de la raza humana.

La expresión, por excelencia, de esta capacidad que promueve la llegada vertiginosa del futuro, se halla en la inteligencia artificial. Hoy, en la era de la información y la comunicación, las disciplinas que a ello se dedican, pueden encontrar un escenario futurista para su desarrollo. En este artículo, queremos explorar esa posibilidad, específicamente en una disciplina milenaria: la contabilidad. En atención a ello, queremos plantear una serie de preguntas, que nos permitirá dimensionar el alcance, y las posibilidades de la aplicación de la inteligencia artificial en contabilidad. Algunas, tendrán respuesta, otras no pero, sobre todo, queremos abrir la puerta para que nuestra comunidad disciplinal, oriente su mirada desde una perspectiva crítica sobre esta dimensión de la tecnología, contribuyendo así, a la construcción del futuro y el logro de las metas de la especie.

La primera y obligada pregunta, ¿Es posible y viable utilizar la inteligencia artificial en la contabilidad?, implica resolver otras como; ¿Es viable automatizar los sistemas de información contable empresarial?, ¿Es viable automatizar desde el reconocimiento de las transacciones y hechos económicos, hasta la producción de estados contables?; ¿Es viable automatizar el reconocimiento, la medición, la valoración, la clasificación, la evaluación, la agregación, y la revelación en contabilidad?, o, de qué manera, ¿la inteligencia artificial puede apoyar estas etapas del proceso contable como proceso científico de la contabilidad?; ¿De qué formas, en campos particulares como el diseño y evaluación de los sistemas de control interno, el diseño de programas de fiscalización o auditoría, la materialidad en auditoría, tiene cabida en este nuevo desarrollo?, ¿Se justifica el uso de

la lógica difusa y la inteligencia artificial en contabilidad, particularmente, en el problema de la incertidumbre y la subjetividad? Con estas preguntas, pretendemos inquietar nuestro trabajo de indagación, sobre el objetivo propuesto, entremos en materia.

En el capítulo inicial, planteamos desde una perspectiva fundamental, los antecedentes para la discusión de la necesidad de revisar la discusión acerca de las asunciones subyacentes en la teoría, para posibilitar el abordaje de la lógica como meta-discurso transversal que justifica a la lógica alternativa en el tratamiento de fenómenos sociales.

El apartado siguiente, automatización e inteligencia artificial, hace una presentación del asunto de la inteligencia artificial y sus relaciones con disciplinas relacionadas en el desarrollo tecnológico; en sistemas basados en el conocimiento, aclaramos la necesidad de anclar en el asunto de la representación del conocimiento como eje básico del desarrollo tecnológico de vanguardia. En la lógica y desarrollos posteriores, nos permite revisar los antecedentes de la lógica tradicional y el surgimiento de la nueva perspectiva desde el aporte de Zadeh. En incertidumbre y aleatoriedad, revisamos las implicaciones en el tratamiento científico de los fenómenos sociales, lo cual, implica la consideración del tiempo, y una nueva perspectiva de la incertidumbre desde la lógica borrosa desarrollada desde la teoría de la posibilidad. Se concluye con la presentación de una perspectiva novedosa que justifica la incorporación de la borrosidad y la inteligencia artificial en el tratamiento del fenómeno contable.

Antecedentes para la discusión

Trazar una relación entre la lógica borrosa, o difusa (Fuzzy Logic) con la ciencia contable, nos obliga a discernir la vinculación propuesta, y ésta se encuentra en la ubicación del uso de la lógica en las ciencias sociales y, consecuentemente, en nuestra disciplina. El uso de la lógica en la dimensión disciplinal de la contabilidad, se explica por su incorporación en sus supuestos ontológicos, epistemológicos, metodológicos, valorativos en la construcción de teoría¹; la lógica como dimensión del logos, explica su tratamiento en las disciplinas filosóficas, así como en la formulación de sus enunciados descriptivos y los esfuerzos interpretativos y, consecuentemente, en la organización de sus aplicaciones en el nivel de la teoría, lo que presenta una dimensión transversal del desarrollo disciplinal (Muñoz Restrepo, 2014).

¹ Revisando básicamente a Chua, 1986, Burrell y Morgan 1979.

Como elemento transversal, aparece una disciplina formal, eje de las formulaciones axiomáticas, la matemática. Tradicionalmente, ella ha venido a decantarse en la formulación de proposiciones generales mediante el uso de su potencial postulacional y teórico², y en la construcción de aplicaciones de los sistemas contables a realidades específicas, para fortuna de la realidad organizacional. Pero este tratamiento, pretende comprenderse en el ámbito de la visión crítico-interpretativa de la contabilidad (CIV) caracterizada en Mattessich (2003), recogiendo los rendimientos identificados desde esta perspectiva en ciencias sociales.

En el ámbito general, la fundación de la naciente perspectiva de la lógica para el tratamiento de problemas que escapan a la dimensión incluido-excluido tradicional, se inaugura con Zadeh, (1965), al incorporar nuevas formulaciones que determinan esta relación en términos de una función membresía,

Al respecto, Gil Aluja (2000) manifiesta que el trabajo de Zadeh fue el principal detonador de un cambio de rumbo en la investigación de las ciencias sociales, dado que incentivó la búsqueda de una nueva vía hacia el conocimiento y tratamiento de los problemas económicos y de gestión de empresas, mediante la incorporación de la teoría de los subconjuntos borrosos, motivado por Kaufmann, a quien le llamó la atención lo apropiado del concepto desarrollado para el tratamiento de los problemas propios de las mencionadas ciencias (Rico, 2008, pág. 204)

Desde esta perspectiva, los autores Kaufmann y Gil Aluja generaron largas y numerosas investigaciones al respecto, forjando un cambio de rumbo en la manera de abordar la búsqueda de explicaciones científicas de las ciencias sociales e incentivando la incorporación de nuevos autores al estudio de la lógica borrosa; presentamos el siguiente cuadro para referirlo:

Cuadro No. 1 Autores pioneros en el tratamiento de la lógica borrosa en ciencias sociales

AUTOR	CONTRIBUCIÓN
Rosenfield, en 1971	estudia las relaciones borrosas
De Luca y Termini, en 1972	Acuñan el concepto de entropía no probabilística.
Kaufmann, en 1973	incorpora el operador de convolución max-min en las ecuaciones de relaciones borrosas
Sugeno, en 1977	se introduce en el ámbito de las mediciones borrosas
Zimmerman, en 1978	profundiza en el desarrollo de las operaciones con conjuntos borrosos

Fuente: Elaboración a partir de (Rico, 2008, pág. 14) citando a (Gil Aluja, 2005, pág. 14).

- Como lo ha sido el esfuerzo de formular proposiciones generales desde la lógica hipotética deductiva, esquema propio de las disciplinas formales, donde la matemática ha sido el referente, en la formulación axiomática desde la teoría de conjuntos.

Adicionalmente (Rico, 2008) citando a Medina, (2006), expone los pasos para el establecimiento, desde la teoría de los conjuntos borrosos, de sistemas de lógica borrosa tipo Mandini a partir de la definición de variables lingüísticas que permiten la asignación de diferentes grados de pertenencia o membresía propuestas a partir de Zadeh:

- a) muy baja,
- b) baja,
- c) ligeramente baja,
- d) media,
- e) ligeramente alta,
- f) muy alta.

El mismo autor (Rico, 2008) citando Medina (2005), presenta la aplicación de la teoría de los conjuntos borrosos en cinco campos relacionados con la problemática de las organizaciones empresariales relacionadas con la contabilidad, a saber:

- a) problemas de selección de portafolios,
- b) matemática financiera y presupuesto de capital,
- c) análisis técnico,
- d) análisis de crédito y
- e) análisis financiero.

Desde la orilla de la argumentación tradicional, (Mattessich R. , 2002) (Mattessich R. , 2005) y (Mattessich R. , 1995) plantean los fundamentos de la contabilidad como disciplina formal y aplicada, especialmente, en el uso de los métodos analíticos y la exploración del uso en la investigación, que influye poderosamente en la investigación de tradición positiva (PAT), cimentando una relación histórica entre contabilidad financiera y la economía, mediante la instauración de las finanzas en la fundamentación de esta perspectiva como contabilidad positiva, que caracteriza en su estudio de 2003.

No obstante, subsiste una discusión en la base de esta fundamentación, queremos plantear las siguientes reflexiones sobre este particular. Preocupa, sobremanera, desde la base de Chua (1986), el asunto de las asunciones subyacentes a la construcción disciplinal, especialmente, los vínculos que mediando la economía, incorporan estructuralmente el asunto de la matemática en contabilidad. La apelación a la matemática importa, pues subyace en su lógica, el recurso de sus fundamentos no-
dales; así, desde las leyes de la naturaleza a las leyes de la economía podemos precisar que,

La ciencia económica y, como consecuencia de ello, las ciencias que estudian la empresa han ido pulsando, prácticamente desde sus

orígenes, las miradas con que los físicos observaban el universo, con la esperanza de encontrar aquellas señales mediante las cuales, de alguna manera, se pudieran estimar los futuros escenarios en los que se desenvolvería la actividad económico-financiera de las organizaciones (Gil Aluja, 2005, pág. 1)

Sin embargo, recordemos que las anomalías y vacíos responden, se resuelven, introduciendo hipótesis ad hoc, o peticiones de principio para validar en el contexto ontológico y epistemológico, la construcción que se olvida de la perspectiva histórico hermenéutica de la sociedad y de su observación, así, pues, constituye un supuesto ontológico y epistemológico que corresponde a la alternativa de la ciencia social crítica. Así, la introducción de hipótesis ad hoc, permiten hacer más “creíble” una teoría, pero como “petición de principio”, no deja de ser eso, la introducción intencional de, lo que en términos de Kuhn, se describiría como una anomalía, que no deja de despojar de rigurosidad. Cuando una teoría no cumple con los problemas para los cuales no tiene respuesta, los teóricos tratan de añadir “extensiones” o hipótesis ad hoc en un intento de salvar la teoría subyacente.

La pretensión anterior, merece algunas precisiones. Hemos de mencionar que esta reflexión, se basa en una asunción que no deja de ser problemática, pues, constituye un “descuido” ontológico en el tratamiento científico de los fenómenos financieros. Primero, hay que enunciar, que los fenómenos financieros están instaurados en lo más profundo de la sociedad y, por tanto, son objeto de estudio propio de las ciencias sociales. Ha existido una orientación metodológica, con sus consecuencias ontológicas y epistemológicas, en los valores humanos y sociales que deriva en un error categórico, y este asunto ha de ser tratado con muchísima cautela por varias situaciones.

El tratamiento de los fenómenos sociales como eventos físicos, deriva en lo que se ha denominado, entre otras significaciones, la “cosificación de la sociedad”³, este es un problema en el abordaje del objeto de conocimiento contable que podremos designar como metodológico, para un lector desprevenido, pero que se ubica en una dimensión más fundamental dentro del arreglo paradigmático, según nuestro análisis, es decir, tiene sus orígenes en la base de la pirámide.

El recurso de la “cosificación”, constituye una estrategia que parece corresponderse al positivismo decimonónico. Reconocemos que en el período que constituye un triunfo ineluctable del programa de la ciencia, se adopta inescrupulosamente, en la ciencia social naciente y, aparecen al entendimiento, una nueva categoría de objetos de conocimiento, representados en lo social. Saint Simon puede ubicarse como el pionero en la observación de la sociedad. Y Comte su doctrinante. En pleno siglo XIX, la sociedad

3 El origen del término se encuentra en George Lukacs, “Reificación y consciencia del proletariado”.

no era un problema y, es por ello, que surge como objeto de conocimiento con pretensiones científicas, y constituye en un giro en la epistemología tradicional, pero que desde la teoría del conocimiento, germina en un problema ontológico y epistemológico, con la incorporación del problema de la fundamentación de conocimiento científico social.

En este orden y en el estado actual de conocimiento metodológico, plantea una reducción absurda que determina el conocimiento del fenómeno. Positivizar tiene repercusiones metodológicas y, por tanto, errores teóricos, si reconocemos la legitimidad de las postulaciones alternativas en contabilidad.

Con el surgimiento de la lógica de las ciencias sociales, la escuela frankfurtiana, representada en la perspectiva CIV, anuncia la futilidad del positivismo en el proyecto propio de las ciencias crítico-sociales en el sentido de la emancipación. Este es un valor social, que se perfila en su teleología, como una estrategia legítima en el decurso de la historia humana. No así, para las pretensiones de perpetuación y reproducción del estatus quo. Desde esta órbita, no tiene sentido la crítica social, pues la “ciencia” no toma partido en la descripción de los hechos sin juicios de valor, asunto inherente a la subjetividad humana.

Tras estas reflexiones nos tenemos que detener muy seriamente a revisar la condena que ha sufrido la matemática⁴, deriva quizás, por su tratamiento aristotélico desde la fundación de la lógica. La incapacidad de la matemática para discernir un apropiado abordaje de los fenómenos sociales, deriva de su carácter bivalente anclado en la lógica incluido-excluido, heredado desde tiempo atrás. Dicha eficiencia descriptiva es pertinente en el conocimiento cuantitativo de las diferentes manifestaciones de la materia a través de los cuerpos. Aquí es donde se aclara el asunto; usar la matemática, no implica rendir tributo a la concepción positivista de la fuente de conocimiento⁵, ello depende de “*qué matemática*” se use, existen matemáticas que superan esta determinación y, es ahí, donde se valida el uso de la lógica borrosa como fundamento del tratamiento no bivalente. Sobre las cualidades de los cuerpos, podemos trazar series aritméticas naturales, y a partir de Leibniz⁶ (Muñoz-

4 Esta condena se puede ubicar en nuestro radio de influencia académico, en el célebre texto de Mardones y Ursúa (1991) cuando describe el positivismo decimonónico que caracteriza la tensión entre explicar y comprender.

5 Recordemos con Martínez, (2014), la condena que sufre la matemática por su carácter cuantitativo, que más que ello, expresa un recurso de origen decimonónico, desde el cual se describe la lógica heredada del contexto de fundamentación de las ciencias físicas, pero que olvida alternativas más solventes en la idea de despositivizar las intenciones explicativas relacionadas.

6 El surgimiento de los estudios sobre el descuento anticipado de deuda como ejemplar del estudio de los fenómenos financieros. Pero su surgimiento busca explicar el comportamiento de fenómenos

Restrepo, 2014), series negativas, e infinitesimales, cuando junto a Newton, buscan explicar el comportamiento del movimiento mediante su representación como volumen bajo la curva cartesiana. La hipótesis, entonces, postula un renacer de la matemática desde la lógica difusa en el tratamiento de los fenómenos sociales.

Así, en la fundamentación del carácter mecanicista en el estudio de la ciencia,

En el siglo XVI Giordano Bruno (1548-1600) escribía que el universo es uno, infinito e inmóvil... no tiene nada fuera de él, entendiéndose que es el todo. No tiene generación propia, ya que no existe otra cosa que pueda buscar. No es corruptible, dado que no puede tornarse en otra cosa. No puede disminuir o aumentar, puesto que es infinito (esta es la solución de Leibniz mediante el cálculo infinitesimal). No es alterable, por no haber nada externo que le pueda afectar. Esta idea, expresada así por Bruno, destefniría el pensamiento científico occidental durante siglos y con ella cobraría intensidad la concepción mecanicista del universo (Gil Aluja, 2005)

El abordaje de las teorías en la pretensión de construir ulteriores desarrollos, ha de apelar, en principio, al reconocimiento del paradigma sobre el que se asienta dicha pretensión. Los paradigmas que orientan la construcción disciplinal, encuentran en sus fundamentos aspectos profundamente vinculados y determinados por asunciones filosóficas sobre la fuente de conocimiento. Chua (1986), puede considerarse como pionera en la distinción profunda que subyace en toda construcción teórica, así introducimos la siguiente figura (Figura 1) a efectos de su exposición.

En la descripción del origen y desarrollo de las teorías contables, necesariamente, hay que referir las asunciones que sirven de fundamento; ellas refieren bases ontológicas, epistemológicas y metodológicas y asunciones trascendentales sobre los valores humanos y sociales. En la epistemología se pueden encontrar varios cruces entre las teorías realistas y anti realistas, subjetivistas y objetivistas, empiristas y racionalistas, en el estrato epistemológico, y asunciones no inocuas sobre los valores humanos y sociales, que condicionan la metodología y, por consiguiente, la construcción teórica. Toda teoría se asienta sobre una ontología, una concepción de lo que existe, adoptan una forma de conocerlo en la epistemología y aplican un diseño metodológico para producir teorías que son el fin último, pero perfilan en su teleología, perspectivas axiológicas y morales que se reproducen acríticamente, generando sus consecuencias en la realidad que sirve de referente.

de cambio en los fenómenos físicos mediante su representación, como movimiento mediante la tangente, como agregado bajo la curva de representación cartesiana.



7 ... Así, pues, partiendo del estudio de los errores en astronomía, las ciencias sociales desarrollan y utilizan instrumentos matemáticos para conseguir regularidades en comportamientos aleatorios. Hay que recabar en el encuentro entre determinismo y aleatoriedad, en los hallazgos sobre física de los gases por parte del físico James Clerk Maxwell (1831-1879), en 1873. (Gil Aluja, 2005, pág. 8) la pro mediación de la probabilística es un triunfo de la ciencia física del siglo de su consolidación. Así mismo, en la fundamentación de la teoría de conocimiento el estagirita, aclara que podemos conocer las cosas generales, no las particulares. (Aristóteles, Metafísica, 2007) En realidad, la lógica borrosa representa una extensión de los sistemas de la lógica clásica, ya que en nuestra opinión, la contiene. Dicho de otra forma, puede considerarse que la lógica clásica es un caso particular de la lógica borrosa (Reigs. 2000, pág. 96)

sí lo son⁸. (Gil Aluja, 2005, pág. 4). Repetimos, el fenómeno de la simetría, se predica respecto de los objetos en el tiempo, observación natural de los hechos físicos brutos, pero el flujo del tiempo en lo real no es simétrico y esto constituye el error.

La automatización y la Inteligencia artificial

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

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

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

Cuadro N° 2. Áreas de la inteligencia artificial

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

Fuente: Elaboración propia.

⁸ La realidad y el tiempo, parecen inseparables por naturaleza. La incertidumbre del pasado se resuelve hoy con la certeza del referente y contundentemente del pasado. Ello explica cómo podemos enunciar leyes a-temporales y a-espaciales en el tratamiento representacional de los hechos físicos brutos; frente al pasado no existe la incertidumbre propia del futuro, ¡la realidad en física es eterna!, y se pueden trazar regularidades.

El esquema que permite comprender la utilidad de aplicar la inteligencia artificial en la resolución de los problemas de la producción social, lo constituyen los sistemas Expertos (en adelante, SE) y demás áreas de la inteligencia artificial. Su interés radica en simular el proceso de razonamiento humano, en situaciones complicadas. El escenario de implementación de estos sistemas implica el uso de procedimientos deductivos, y la posibilidad de realizar razonamientos. Además de ello, se expresa en circunstancias donde existen problemas insuficientemente definidos o pobremente estructurados. Su clave es la fuente del conocimiento (un experto humano). Esto brinda la posibilidad de resolver problemas bien o mejor que el mismo experto, de acuerdo con factores situacionales, lo cual, permite razonar heurísticamente, usando reglas eficaces según humanos.

Dentro de sus antecedentes históricos, cabe recordar la influencia del concepto de experticia, de la lógica booleana (la vida es dual), lo que ha contribuido a posibilitar el proceso de representación gráfico del razonamiento y toma de decisiones. Sabemos que el uso de la información depende de la experticia. Es, esta experticia, la clave que permite la construcción de aplicativos para resolver situaciones reales en las organizaciones, que se manifiestan de forma repetitiva, es decir, es necesaria en la organización. Así, se encontraría viable su implementación en necesidades concretas como la evaluación del control interno, o el diseño de programas de auditoría, sólo por citar dos casos en los cuales la experticia es importante en nuestra disciplina aplicada. Actualmente, podemos encontrar sistemas expertos en contabilidad: gestión y finanzas, seul, expertax, auditor (Rivas, 2014)

Los SE, surgen como una solución académica para lo académico no para soluciones operativas. Un sistema experto debe estar en capacidad de (Rivas, 2014)

- Resolver problemas difíciles, tan bien o mejor que un experto humano.
- Razonar heurísticamente, utilizando reglas que los expertos humanos consideran eficaces.
- Interactuar eficazmente y en lenguaje natural con las personas.
- Manipular descripciones simbólicas y razonar sobre ellas.
- Funcionar con datos erróneos y reglas imprecisas.
- Contemplar simultáneamente múltiples hipótesis alternativas.
- Justificar sus conclusiones.

Los SE y por su conducto, la inteligencia artificial, han pasado por diversos períodos en su desarrollo⁹, logrando una revitalización en el momento en que surge la *Hibridización de metodologías* a partir de 1997, ello ha significado lograr la integración y revitalización de las áreas de Inteligencia Artificial, la Ingeniería de Software y las Tecnologías de Información y Comunicación, lo que hace posible la adecuación de las herramientas de desarrollo de Sistemas Expertos a los requerimientos específicos de los problemas por ser resueltos.

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

Sistemas basados en conocimiento

Una realidad promisoría de la inteligencia artificial se descubre en tanto distingamos y logremos representar el uso del conocimiento. Los sistemas basados en el conocimiento, constituyen una de las principales ramas de investigación en IA (Rivas, 2014) citando a (Amador Hidalgo, 1996). Para ello, debemos precisar el conocimiento en forma explícita (dado un conocimiento que ya existe, construyo un sistema), la base de conocimiento y los procedimientos inferenciales. En este orden, requerimos de procesos de ingeniería del conocimiento, que nos permitan, adquirir el proceso de conocimiento y estructurarlo. Sobre esta afirmación, subyacen una serie de supuestos:

- Que el pensamiento se corresponde al lenguaje;
- Que el lenguaje puede ser representado por símbolos; y
- Que mediante el uso del símbolo y los procesos inferenciales, se puede simular el proceso del pensar.

Una vez definido ello, debemos utilizar las técnicas para adquirirlo (Entrevistas preliminares y específicas, cuestionarios, exámenes, informes realizados por expertos, análisis inductivo, etc.)

En este orden, podemos contar con dispositivos para la representación del conocimiento, tales como:

- Basada en reglas de producción: La estructura básica es, si premisa, entonces, conclusión.
- Basada en cálculo de predicado (p.e. un chip), un subcálculo median-

⁹ Una caracterización de la evolución de la Inteligencia Artificial y sus áreas se puede describir como sigue: Período de Iniciación (1940–1965), Período de Experimentación y Desarrollo (1965-1975), Período de Consolidación(1975-1989), Período de Resurgimiento(1997-...) (Rivas, 2014).

te funciones matemáticas, busca interrelaciones entre variables.

- Basada en redes semánticas: Elementos e interrelaciones entre las variables.
- Basada en marcos.
- Basada en otras formas (lógica difusa, grafos).

En adelante, este artículo se centrará en una de dichas bases, la lógica borrosa. Su uso pretende ampliar el horizonte de comprensión que tradicionalmente ha tenido la perspectiva dominante en contabilidad, desde la lógica excluido-incluido. Su reflexión, entonces, quiere fundamentarse desde una perspectiva crítica para el tratamiento de la tecnología en contabilidad en la idea de construir ciencia social emancipadora.

El descubrimiento de la lógica en Grecia y desarrollos posteriores

El asunto de la lógica, entonces, se ofrece como sustancial, dado que constituye la base para la representación del conocimiento, cual es la variable clave que hace funcional el uso de la inteligencia artificial. Haremos, además, una revisión de los prolegómenos de la fundamentación de la lógica como base del conocimiento.

En el origen de la lógica nos remontamos a los primeros filósofos que reflexionaron sobre este problema, los presocráticos. En este orden, revisamos a Heráclito y a Parménides, entremos en materia. Los textos sobre Heráclito, así como muchos textos, producto de la actividad filosófica griega, pueden significar, cuando se adentra en ellos, algo así, como “estar a la deriva en medio del océano”. Pueden surgir muchísimas interpretaciones, a partir del material base. En ese orden, lo primero es «anclar», es decir, debemos fijar el asunto particular a partir del cual podamos iniciar nuestra tarea de dilucidación. Lo que nos interesa en este caso, es la fundamentación de la lógica, puesto que nuestro interés se centra en la crítica de la misma, y cómo ella es insuficiente en el tratamiento de situaciones que ampliarían el horizonte de la contabilidad a través de la inteligencia artificial

En el caso de Heráclito, centra su actividad de pensamiento en la reflexión sobre el carácter de la realidad, podría decirse que la planteó en términos del ser y no ser, lo único constante es el cambio, relaciona la realidad como «ser en devenir», es decir, vamos siendo, lo paradójico es que plantea una especie de negación de la realidad «uno es, pero no es» y, es aquí, donde discute con Parménides. En este sentido, Parménides le responde con una contundente crítica que se centra en la necesidad de la no contradicción, fundando el principio de la lógica, no contradicción, no puede ser que una cosa sea y no sea. Desde su perspectiva, Parménides, considera la necesi-

dad de la realidad como una totalidad, todo lo que es, es. Esta disputa está documentada por Aristóteles en su libro la Metafísica (Aristóteles, 2007)

En esta misma línea se situaba el pensamiento de los estoicos, a una de cuyas figuras centrales, Crisipo de Soli (ca. 281-208 a.C.), se le atribuye la formulación del llamado “principio del tercio excluido” (una proposición o es verdadera o es falsa). Los epicúreos contestaron con vigor a este principio, señalando que sólo es aceptable si no se da una tercera posibilidad “tertium non datur” (tercio excluido). A pesar de su materialismo, Epicuro creía en la libertad de la voluntad, sugiriendo, incluso, que los átomos son libres y se mueven, de vez en cuando, con total espontaneidad. Esta idea tiene evidentes connotaciones con el principio de incertidumbre ya mencionado. (Gil Aluja, 2005, pág. 13)

Por su parte, la teoría del conocimiento logra la primera de las construcciones más acabadas con Platón. Mediante los conceptos centrales de mundo de las ideas, reminiscencia y transmigración del alma, logra exponer su perspectiva del origen del conocimiento;

Platón llenó el mundo de formas puras de rectitud y triangularidad, (ideas) mientras que Aristóteles se dedicó a escribir sobre leyes lógicas blancas y negras, las mismas leyes que siguen siendo utilizadas por científicos y matemáticos para explicar un universo ciertamente gris, ya que en multitud de ocasiones es todo un reto el clasificar una situación o realidad en una categoría u otra (Reigs, 2000) citando a (Wilhem, 1979, pág. 361).

En su texto, la metafísica, Aristóteles sienta cátedra respecto de la lógica, las cosas pueden ser o no ser, no pueden ser y no ser al mismo tiempo. Creando la necesidad de pensar la lógica desde la relación incluido-excluido. Siendo esto contundente, desde la lógica tradicional que hemos heredado, surgen, sin embargo, ciertas paradojas al observar lo real. Por ejemplo, una pera completa es una pera, y cuando me la he comido, ya no existe la pera. Ahora, en el tránsito entre pera y no pera sucede la paradoja. Cuando la muerdo, lo que queda ¿es pera o no pera? Desde el tratamiento de lógica excluido-incluido, esto no cabe, sin embargo, es real. Algo semejante sucede con las aporías de Zenón. En la paradoja del «Cretense Mentiroso» el mentiroso de Creta, dijo que todos los cretenses eran mentirosos, si él mentía, entonces no era mentiroso y, si no mentía, entonces mentía. Con esta argumentación, Zenón demostraba que mentía y no mentía a la vez. Ambas circunstancias desde la lógica tradicional carecen de sentido. Es aquí, donde la crítica a la lógica tradicional encuentra su necesario reconocimiento.

Pero el asunto no es exclusivo de Grecia clásica. Durante el comienzo del siglo XX, en la época que la historia de la ciencia denomina “la crisis de los fundamentos”, surge un grupo de intelectuales radicados en Viena, que construyen lo que posteriormente se denominó el Círculo de Viena y

proveyó de discurso positivista al método científico. Uno de ellos, B Russell, anuncia la insuficiencia del lenguaje común para construir ciencia, y una de las justificaciones la halla en la denominada paradoja de la predicación. Un enunciado del lenguaje ordinario; yo miento, expresa una contradicción, al tratar de referir el hecho que le da su contenido de verdad, descubro dos posibles escenarios; que mienta o que no mienta. Ambas situaciones, reales, son imposibles de referir en su contenido analítico mediante el lenguaje común. Esto es entendible desde la relación de referencia de los enunciados científicos.

La paradoja de Russell, rompe con toda la estructura de la lógica bivalente, base de las matemáticas utilizadas hasta el momento, y se fundamenta en el intento de encontrar el conjunto de todos los conjuntos que no son miembros de sí mismos.

Sea A, el conjunto de todas las peras.

A, no es miembro de sí mismo, porque sus miembros son peras y no conjuntos.

Pero ¿qué ocurre con el conjunto de todos los conjuntos que no son miembros de sí mismos?, ¿es miembro de sí mismo?

Situación 1: que sí.

Situación 2: que no.

S1 y S2 crea una paradoja. Lógicamente no tiene sentido.

Antecedentes del surgimiento de la lógica borrosa

(Russell, 1923) Citado por (Reigs, 2000) afirmaba que la lógica tradicional utilizaba una simbología precisa que no era aplicable en la vida terrenal, quizás, refiriendo el mundo platónico de las ideas. Todas las cosas tienen algún grado de imprecisión lo que no debemos intentar es hacerlo preciso [Russell, 1951]. Por su parte, el físico Werner Heisenberg [1930], descubrió del “Principio de Incertidumbre” durante los años veinte, fundamento de la física cuantitativa. Junto a Russell constituyen los padres de la Lógica Borrosa o “Fuzzy Logic” (Reigs, 2000, pág. 86)

Max Black en 1937, aplica la lógica multivalente a conjuntos de objetos, y dibujó las primeras curvas de pertenencia a conjuntos borrosos, que denominó, siguiendo a Russell, conjuntos vagos.¹⁰ La lógica multivalente, cuyos enunciados pueden alcanzar valores fraccionarios y comprendidos entre el cero y el uno de la lógica binaria, introduciendo tres opciones: verdad, indefinido y falso (Luckasiewicz, 1930), por su parte, Zadeh, en

10 Estos principios sirvieron de soporte al desarrollo de la lógica borrosa, ya que en 1937 el filósofo Max Black [1937: 427-455] aplicó la lógica multivalente a listas o conjuntos de objetos, y dibujó las primeras curvas de pertenencia a conjuntos borrosos, que denominó, siguiendo a Russell, p5.

su teoría de conjuntos difusos, propuso la utilización de una función de pertenencia (con un rango que cubre el intervalo $[0,1]$) que operan en el dominio de todos los valores posibles. Propuso nuevas operaciones para el cálculo de la lógica y demostró que la lógica difusa fue una generalización de la lógica clásica y booleana. También propuso un número difuso como un caso especial de conjuntos difusos, así como las reglas correspondientes para hacer consistentes operaciones matemáticas (aritmética difusa).

Los conjuntos difusos y los sistemas de Aristóteles introdujeron las leyes del pensamiento, que consistían en tres leyes fundamentales:

- Principio de identidad.
- La ley del tercero excluido.¹¹
- Ley de la no contradicción.

La ley del tercero excluido, establece que para todas las proposiciones p , o bien p o $p \sim$ debe ser cierto, ya que no hay proposición de medio real entre ellos (Esto no debe confundirse con el principio de bivalencia, que establece que cualquiera de p debe ser verdadera o falsa). Zadeh, propuso nuevas operaciones para el cálculo de la lógica y demostró que la lógica difusa fue una generalización de la clásica y lógica booleana.

Una cosa es o no es, establece relación de inclusión exclusión. En realidad podemos pensar en la alternativa del tercero. Jan Lukasiewicz crea la lógica de tres valores, con el tercer valor de ser posible. Aquí, se hace necesaria la utilización de función de activación, lineal, signoide. Así, cabe modelizar matemáticamente la incertidumbre¹² (no el riesgo) y la vaguedad, aplicando la teoría de la posibilidad. La teoría de la probabilidad utiliza la incertidumbre en la ocurrencia de un fenómeno simbolizado por el concepto de aleatoriedad. A esto, tenemos que afirmar que la incertidumbre, no se resuelve con arbitrariedad.

11 Teoría del caos borrosa, entre otros, los cuales conformarían una nueva doctrina científica de la subjetividad, coronada con el enunciado de un nuevo principio, en contraposición al del tercio excluido, el de la simultaneidad gradual el cual expresa que: “una proposición puede ser verdadera y falsa a la vez, a condición de asignar un grado a la verdad y un grado a la falsedad”. (Gil Aluja, 2005, pág. 7).

12 Un antecedente bien interesante de las implicaciones de esta perspectiva en ciencias contables se distingue ... como lo destacan Findlay y Williams (1980, 1985), sacar recomendaciones políticas de teorías que convierten la incertidumbre en riesgo, para analistas y administradores en un mundo incierto e internamente relacionado, es improbable que sea muy efectiva. Similarmente, presunciones de competencia “perfecta”, expectativas homogéneas, información gratis y costos insignificantes en las transacciones alejan mucha de la economía financiera y la teoría positiva de la contabilidad del mundo de los profesionales y es incompatible con sus preocupaciones (Whitley, 1986) En: Muñoz-Restrepo, Carlos. (2013) monografía ULA. positivismo interpretativismo. inédito

La lógica difusa (“fuzzy logic» en Inglés) se adapta mejor al mundo real en el que vivimos, e incluso, puede comprender y funcionar con nuestras expresiones, del tipo «hace mucho calor», «no es muy alto», «el ritmo del corazón está un poco acelerado», etc. La clave de esta adaptación al lenguaje, se basa en comprender los cuantificadores de cualidad para nuestras inferencias (en los ejemplos de arriba «mucho», «muy» y «un poco»).

En los conjuntos difusos no es clara la transición entre poseer una propiedad y no tenerla, hoy día, esto se cambia, la pertenecía no se plantea en términos de estar o no estar. En la teoría de conjuntos difusos se definen, también, las operaciones de unión, intersección, diferencia, negación o complemento, y otras operaciones sobre conjuntos (subconjunto difuso), en los que se basa esta lógica.

Las formas de las funciones de pertenencia más típicas son trapezoidales, lineales y curvas. Las reglas de las que dispone el motor de inferencia de un sistema difuso pueden ser formuladas por expertos, o bien, aprendidas por el propio sistema, haciendo uso, en este caso, de redes neuronales para fortalecer las futuras, la toma de decisiones.

En Inteligencia artificial, la lógica difusa, o lógica borrosa se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente, los relacionados con el 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, por ejemplo, en cámaras digitales, sistemas de aire acondicionado, lavarropas, etc. Los sistemas basados en lógica difusa imitan la forma en que toman decisiones los humanos, con la ventaja de ser mucho más rápidos. Estos sistemas son generalmente robustos y tolerantes a imprecisiones y ruidos en los datos de entrada. (Acratta, 2014)

La lógica difusa, ha surgido como una herramienta para el manejo eficiente de sistemas en situaciones borrosas o ambiguas. La lógica fuzzy es básicamente una lógica multievaluada que permite valores intermedios para poder definir evaluaciones convencionales como sí/no, verdadero/falso, negro/blanco, etc. Las nociones como «más bien caliente» o «poco frío» pueden formularse matemáticamente y ser procesados por computadoras. De esta forma, se ha realizado un intento de aplicar una forma más humana de pensar en la programación de computadoras.

De lo probabilístico a lo posibilístico

El eje central de esta discusión, lo ubicamos consecuentemente en dos aspectos sustanciales de la lógica borrosa, el tratamiento de la incertidumbre como aleatoriedad y su respuesta desde la lógica tradicional de la

probabilidad; como alternativa borrosa se plantea entonces la teoría de la posibilidad¹³. En este orden hay que recabar en que

Los hallazgos alcanzados a lo largo de tantos siglos han sido extraordinarios. Sin embargo, muchos fenómenos continuaban sin explicación. La matemática podía calcular el movimiento de un planeta. Con un número limitado de leyes se “podía” predecir el futuro del universo. Pero, en cambio, no existía explicación para fenómenos casi cotidianos en los cuales, si bien, no era posible describir los comportamientos de todos sus componentes individualmente, sí era factible, en principio, hallar las regularidades en su comportamiento global. En general, si el comportamiento detallado de los grandes sistemas no era siquiera planteable, en cambio resultaba abordable encontrar leyes de su comportamiento en conjunto. La matemática que permitiría una solución venía de la mano de la “teoría de la probabilidad”. (Gil Aluja, 2005).

Aello, hay que plantear que, la teoría de la probabilidad, en síntesis, permite explicar el cambio que hace posible el planteamiento de ecuaciones diferenciales, es decir, la función de derivada $dy=f(x)$ ¹⁴, esto es, el comportamiento global, no el particular, de una entidad, podemos explicar el cambio de una variable dependiente en función de una independiente. Este es el legado de la lógica cartesiana y de Leibniz.

Así, en el análisis financiero tradicional, cuando se usa el comparativo transversal o longitudinal, supone que la entidad particular, responderá al comportamiento agregado y esto es, desde nuestra perspectiva alternativa, insuficiente. Y conduce a inseguridad en el análisis.

También hay que introducir el fenómeno de la simetría desde la perspectiva de la teoría de sistemas, especialmente, el problema de la auto organización como respuesta autopoiética de las insuficiencias de la teoría tradicional de sistemas de Bertalanffy, que se soporta sobre los fundamentos de la teoría de las ecuaciones diferenciales propuestas por los filósofos de la modernidad positivista encarnada en el análisis de los fenómenos físicos.

El referente es el cambio respecto de una variable. Aquí, se involucra la subjetividad introduciendo el fractal. El término fractal describe un tipo de objeto geométrico que sigue manifestando una estructura detallada en un

13 El tipo incertidumbre provocada por el tiempo y el espacio constituye un importante problema en cualquier análisis aunque puede solucionarse aplicando la teoría probabilística. El problema surge con la ambigüedad generada por la medición y el ambiente, distorsiones no contempladas en la teoría probabilística y que han de encontrar solución en otras técnicas. (Reigs, 2000, pág. 92).

14 La derivada de una variable dependiente, diferencialmente se comporta como una ecuación en la que responde a los cambios en la variable independiente, ello forma parte de la propuesta tradicional de las ecuaciones diferenciales que fundan la probabilística, que podríamos llamar, de los agregados.

gran rango de escalas, los fractales proporcionan un nuevo lenguaje susceptible de describir la forma de caos.

Los conjuntos difusos, responden a la función de membresía planteada en el teoría de Zadeh (1965) hay que reflexionar cómo la entropía, la tendencia al caos y el desorden puede entenderse como asimetría; la asimetría, en términos del flujo del tiempo, puede entenderse como el comportamiento observacionalmente distinto respecto del referente de observación (recordemos que los objetos son simétricos, no así el tiempo). Se supone que el tiempo es un referente que no muta, algo así como un supuesto de la observación y un punto de referencia inobjetable, pero ello, se valida en la observación de fenómenos físicos, no de fenómenos sociales, cual es el viraje que proponemos.

Es interesante observar cómo es posible predecir el comportamiento global de un “sistema” mas no así, el de sus elementos constitutivos. Aquí, el aporte de la probabilidad es destacado, sin embargo, queda en el campo de la incertidumbre la determinación del comportamiento individual de los componentes y esto se traduce en un problema de la lógica que intenta resolver los conjuntos borrosos.

En este orden, podemos plantear un aporte luego de estas reflexiones, en campo del análisis financiero es de dos tipos; El endógeno borroso y el exógeno tradicional.

- El endógeno, proyectaría desde la lógica de la posibilidad, el comportamiento futuro particular.
- El exógeno, por su parte, a partir de la proyección probabilística de los agregados, induce ligeramente que el comportamiento particular es una consecuencia lógica del general, lo que desconoce de tajo, la cantidad infinita de variables que afectan este comportamiento, desconoce el caos, así, es tipo de análisis tradicional, e induce al error, y es ligero en su falta de rigor.

En general, si el comportamiento detallado de los grandes sistemas no era siquiera pensable, en cambio, resultaba abordable encontrar leyes de su comportamiento en conjunto.

Problemas emergentes en la relación incertidumbre y contabilidad

Circunscribiendo las reflexiones y comentarios de los epígrafes anteriores, al ámbito de aplicación de la Contabilidad, encontramos muchos problemas que se revelan ambiguos e imprecisos, como por ejemplo, siguiendo a Reigs (2000)

- El ajuste de los estados contables a la situación financiera real de la empresa.
- Investigar el significado de las desviaciones en un sistema de control interno débil.
- Incrementar el tamaño de la muestra si la materialidad es débil en el control interno.
- Localización de los costes indirectos utilizando bases adecuadas.
- Considerar varios productos como uno solo cuando sus niveles de ventas son pequeños.

A esta altura, surgen una serie de preguntas que nos ayudan a precisar el alcance de nuestro abordaje; el tratamiento de excluido o no-excluido en un conjunto, respecto de objetos ¿es aplicable a eventos? ¿Es igual eventos a objetos? ¿El fenómeno (subjetividad) de observación de objetos es semejante, equivalente, o igual al fenómeno de la observación de eventos? Puede afirmarse que la borrosidad expresa la incertidumbre implicando aceptar que, es una parte del significado de las palabras, y que las palabras son inseparables del pensamiento humano (Reigs, 2000) citando a (Terano et al., 1992)

Ahora, el problema epistemológico de los objetos frente a los eventos, implica un tratamiento absolutamente distinto, si tenemos pretensiones epistemológicas. Un evento en ciencia social, difiere bastante de un evento en física, más si asumimos válidamente el tratamiento metodológico de eventos en ciencias sociales desde la perspectiva decimonónica, esta será válida. Aquí, es donde diferimos en la episteme. Quizás el asunto trasciende el tratamiento positivista desde el concepto de verdad por correspondencia, en sociales, no es lo mismo que desde física. Fenómenos físicos, para el observador, no son necesariamente similares a fenómenos sociales. Así, que aquí, se ofrece una distinción importante y de valor desde la crítica epistemológica y, sobre todo, ontológica

La ambigüedad viene recogida por términos imprecisos como ajuste, débil, materialidad, adecuadas o pequeños. Términos que indudablemente no pueden recoger la diversidad de contenidos y matices que ofrece la Contabilidad. (Reigs, 2000)

El surgimiento de la incertidumbre se halla bastante relacionado con la imprecisión en el tratamiento de las realidades mediante alternativas que incorporan imprecisión. El tratamiento de la incertidumbre se ofrece clave en el desarrollo tecnológico contable. El paso de la razonabilidad a la integralidad puede estar mediado por la incorporación de la lógica difusa a través de su capacidad posibilística. La contabilidad ha “resuelto”

el problema de la imprecisión con tratamientos probabilísticos centrados en la aleatoriedad¹⁵, es necesario dar el paso a la posibilidad.

El todo parece comportarse de manera aleatoria. Los científicos de finales del siglo XIX sabían, ya, que un sistema determinista puede comportarse de manera “aparentemente” aleatoria, pero eran conscientes de que la aleatoriedad era sólo aparente y que aparecía en sistemas complejos. Estas explicaciones resultaban igualmente válidas en el campo de las ciencias sociales. Los mecanismos que regulan los fenómenos de un subsistema económico, por ejemplo, se ven normalmente perturbados por influencias externas, muchas veces inesperadas e incontrolables. De esta manera, se habían perfilado dos tipos de análisis: el más antiguo, de gran precisión, basado en ecuaciones diferenciales capaces de determinar la evolución del universo y el entonces moderno, que trabajaba con cantidades globales “promediadas” de sistemas complejos. (Gil Aluja, 2005, pág. 8)

Ahora bien, el tratamiento que corrientemente se hace de los fenómenos contables apela a la teoría de la probabilidad para ser resueltos, en este orden,

“Si se atiende a la definición de probabilidad de un evento como el cociente entre la cantidad que un individuo está dispuesto a apostar, respecto del acaecimiento de dicho evento, y el premio que puede obtener si finalmente se verifica [López, 1989: 302], se desprende que en el ámbito económico, el sujeto decisor no expresará realmente sus conocimientos por miedo a obtener pérdidas, por tanto, sus decisiones estarán limitadas por su aversión al riesgo. Por otro lado, la probabilidad obliga a asignar números precisos a cada evento, cuando en realidad, como estimaciones que son, quedarían mejor descritas mediante aseveraciones imprecisas y, por tanto, aproximadas (Dubois, 1983) citado por (Reigs, 2000, pág. 96)

De igual forma,

“la introducción de la lógica borrosa y el concepto de posibilidad permite ajustarse mejor al razonamiento natural ante situaciones de incertidumbre que el concepto de probabilidad, pues, éste contiene normas muy rígidas para atender a todos los aspectos de la incertidumbre. Finalmente, “la lógica borrosa se revela como un instrumento básico a la hora de modelizar sistemas contables al permitir, por un lado, recoger la incertidumbre generada por el entorno de la empresa y, por otro, tratar la subjetividad que implica toda opinión de expertos” (Reigs, 2000, págs. 96-97)

15 Así como, “partiendo del estudio de los errores en astronomía, las ciencias sociales desarrollan y utilizan instrumentos matemáticos para conseguir regularidades en comportamientos aleatorios. Posteriormente, la física recupera estos hallazgos para explicar, matemáticamente, sistemas físicos complejos cuyos movimientos no seguían leyes deterministas” (Gil Aluja, 2005, pág. 5).

Frente a este panorama, se abre un abanico de opciones de tratamiento de la contabilidad más ampliado hacia la fundamentación a partir de la lógica borrosa como extensión de la lógica tradicional bivalente;

- Tratamiento del tiempo en contabilidad.
- La medición y la valoración.
- La clasificación.
- El entorno.
- El modelo.

En el campo de la ciencias contables, donde los resultados de un período aportados por sus diferentes sistemas y expresados en forma de estados financieros, en muchos casos, están impregnados de imprecisión, vaguedad y subjetividad, es necesario realizar inferencias con base en la matemática borrosa para incorporar estos elementos de incertidumbre y así mejorar la calidad de la misma para lograr una eficaz y acertada toma de decisiones en el mediano y largo plazo, donde la información reportada por los sistemas contables tradicionales pierden valor, ya que dada la complejidad y dinamismo de las operaciones mercantiles, los datos históricos no explican acertadamente las realidades del futuro, pues éste contiene elementos que no son explicable por las probabilidades sino por la determinación de la incertidumbre existente en ellos y en su entorno, las cuales implican un viraje en su tratamiento tradicional. La lógica tradicional booleana es insuficiente ante la nueva realidad planteada por la incertidumbre, que implica el abordaje crítico de las matemáticas tradicionales; esto es, implementar su tratamiento desde la lógica borrosa, la cual, promete un tratamiento más acertado de las realidades empresariales del nuevo milenio. Lograr este cometido, permitirá transitar el camino hacia la contabilidad decisional. (RICO, 2008, pág. 211)

Podemos encontrar referentes en los siguientes trabajos tomados de Reig, et al, (2000). Donde se puede observar la utilidad de la lógica borrosa en el campo concreto de la administración y gestión de empresa:

- ESP. Sistema experto utilizado en la planificación estratégica [Zimmerman, 1989: 253-274].
- Aproximación borrosa al problema del transporte [Chanas, 1984: 211-221].
- Modelo de decisión con criterio de optimización [Von Altrock, 1990].
- Modelo de control del sistema de manufactura flexible (FMS) [Hintz et al., 1989: 321-334].
- Modelo de producción agregada y planificación de inventarios [Rinks, 1982: 267-268].

- Modelo de programación lineal borrosa para el mantenimiento de inventarios [Holtz, 1981 : 54-62].
- Modelo de localización de plantas industriales [Darzentas, 1987: 328-3 14].
- Incorporación de métodos borrosos al estudio de los seguros de vida [Terceño et al., 1996: 105-119].
- Aplicación a la selección de cartera [Lorenzana et al., 1996: 119- 134].
- Modelo para la selección de estrategias para la entrada en mercados extranjeros. [López, 1996: 93-118]
- En el campo del marketing destaca las aplicaciones realizadas por Gil Lafuente, J. [1997].

Sistemas expertos contables.

Sistemas contables borrosos

En principio, los sistemas expertos se pueden aplicar en todas las áreas de la contabilidad (Montesinos, 1976; Cañibano, 1982). Zimmerman (1993) citado por (Reigs, 2000) expone tres razones para el uso de la lógica borrosa en los sistemas expertos:

- La relación entre el usuario y el sistema experto debe ser tan buena como entre expertos humanos. Luego, el mejor camino de comunicación es el lenguaje natural, haciéndose necesaria la utilización de variables lingüísticas.
- La base de conocimiento de un sistema experto es un almacén de la propia inteligencia humana, y gran parte de este conocimiento es impreciso por naturaleza. (Zadeh, the role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert, 1983) considera que es usual el caso en que la base de conocimiento de un sistema experto es una colección de reglas y hechos (si X, entonces Y) donde la mayor parte no son totalmente ciertos ni consistentes. Resulta más apropiado en estas situaciones, el empleo de la lógica borrosa para el tratamiento de esta parte de vaguedad e incertidumbre que los conjuntos ciertos u ordinarios.
- Como una consecuencia de lo dicho en el punto anterior, la gestión de la incertidumbre juega un importante papel. La inexactitud de la información contenida en la base de conocimiento inducirá a conclusiones imprecisas y, en consecuencia, el motor de inferencia tiene que estar equipado con la capacidad de transmitir la incertidumbre de las premisas a las conclusiones y asociar, posteriormente al resultado, con alguna medida de la incertidumbre que sea entendible e interpretable por el usuario.

Realizando un sucinta revisión bibliográfica podemos encontrar los siguientes trabajos publicados:

- Auditoría: Análisis de la materialidad y del riesgo, evaluación del control interno, planificación de la auditoría, evaluación de la evidencia, análisis de cuentas concretas, formación de opinión, emisión del informe, auditoría interna, auditoría informática, etc.
- Contabilidad de costes y de gestión: Cálculo y asignación de costes, asignación de recursos escasos, control y análisis de desviaciones, planificación y control de gestión, diseño de sistemas de información de gestión, etc.
- Contabilidad financiera: regulación legal, normas y principios contables, recuperación y revisión analítica de registros contables, diseño de sistemas contables, imputación contable, consolidación de estados contables, etc.
- Análisis de estados financieros: Análisis patrimonial, financiero y económico de los estados contables, salud financiera de la empresa, cálculo e interpretación de ratios, cálculo y análisis de tendencias, etc.
- Planificación financiera e industria de los servicios financieros: Planificación financiera corporativa, planificación financiera personal, análisis de inversiones, gestión de tesorería, mercado de valores, seguros, banca, concesiones de crédito, etc.

“sus aplicaciones, se revisan seguidamente casos particulares, tales como: la selección de personal, valoración de rentas de capital con tipos de interés borroso, valor del cliente en situaciones contractuales con intervalos de confianza, control de gestión de liquidez (tesorería borrosa), análisis actuarial, predicción bursátil, gestión de materiales, punto de equilibrio general y préstamos participativos”. (Rico, 2008, pág. 207)

Conclusiones

1. Podemos afirmar, que la incorporación de la lógica borrosa o difusa como medio para la implementación de sistemas de inteligencia artificial, se ofrece como el campo más prometedor de desarrollo tecnológico en nuestra disciplina.
2. Es necesario hacer revisión de los fundamentos lógicos sobre los que se asientan muchos dispositivos y sistemas relacionados con el proceso contable y su estructura para justificar su ampliación hacia la lógica difusa, de capacidad superior de correlato de las realidades intrínsecas de los fenómenos sociales.
3. En el campo de la ciencias contables, donde los resultados de un período aportados por sus diferentes sistemas y expresados en forma de

estados financieros, están impregnados de imprecisión, vaguedad y subjetividad, es necesario realizar inferencias con base en la matemática borrosa para incorporar estos elementos de incertidumbre y así mejorar la calidad de la misma para lograr una eficaz y acertada toma de decisiones en el mediano y largo plazo, ya que dada la complejidad y dinamismo de las operaciones mercantiles, los datos históricos no explican acertadamente las realidades del futuro. La lógica tradicional booleana es insuficiente ante la nueva realidad planteada por la incertidumbre, que implica el abordaje crítico de las matemáticas no tradicionales; esto es, implementar su tratamiento desde la lógica borrosa, la cual, promete un tratamiento más acertado de las realidades empresariales del nuevo milenio.

4. El abordaje de fenómenos sociales comporta una serie de caracterizaciones necesariamente explícitas en las pretensiones de CIV. Una de ellas, lo constituye el asunto del caos. La pretensión legítima de representar o modelar procesos sociales, supera la capacidad representativa de los modelos determinísticos, esto reconoce la futilidad de los procesos estocásticos, y a hacer una distinción respecto de tratamiento del tiempo en ciencias físicas y en ciencias sociales; “el flujo del tiempo”, merece una precisión, pues este, no es simétrico, los objetos, sí lo son. El abordaje de las teorías en la pretensión de construir posteriores desarrollos, ha de apelar, en principio, al reconocimiento del paradigma sobre el que se asienta dicha pretensión.
5. Los sistemas basados en el conocimiento, constituyen un insumo de la inteligencia artificial, y es necesario definirlo a efecto de proceder a representar el conocimiento que permitirá la construcción de dicho sistema.
6. La lógica como meta-discurso ha presentado un salto importante en la intención de representar adecuadamente la realidad de los fenómenos que queremos abordar en la sociedad, los teoremas que le fundamentan desde la teoría borrosa, se ofrecen más pertinentes en la idea de rigurosidad requerida por la nueva perspectiva de las teorías sociales
7. La incertidumbre y la subjetividad, como fenómenos inherentes al estudio de los fenómenos sociales, implican un desplazamiento del tratamiento lógico tradicional que aporta la construcción de teorías de la lógica probabilística hacia la lógica posibilística con mayor capacidad descriptiva de la particularidad en oposición a la generalidad de los informes “ligeros” del análisis financiero de la ciencia contable tradicional.
8. Las áreas del conocimiento contable pueden nutrirse de mayor rigurosidad con la incorporación de las preocupaciones de la nueva representación de la matemática no bivalente tradicional.

Bibliografía

Acratta, A. e. (2014). *Lógica Difusa*. Recuperado el 24 de marzo de 2014, de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=71501618>

Amador Hidalgo, L. (1996). *Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos*. Universidad de Córdoba.

Aristóteles. (2007). *Metafísica*. Madrid: Espasa Calpe S.A.

Aristóteles. (s.f.). *la metafísica*.

Capcha, J. (2003). *Epistemología y valoración de Activos Intangibles. Metrología contable contemporánea*. Recuperado el 25 de marzo de 2014, de [en línea] 5campus.com, Capital Intelectual <<http://www.5campus.com/leccion/metrologi>

Carrillo, J. (1987). *Metodología para el Desarrollo de Sistemas Expertos (Tesis Doctoral)*. Madrid.

Chua, W. (1986). Radical Developments in Accounting Thought. *The Accounting Review. Published by: American Accounting Association*, 601-632, (61) 4 October.

Gil Aluja, J. (2005). La matemática borrosa en economía y gestión de empresas. 1.

IV CONGRESO DE LA CIBERSOCIEDAD. Crisis Analógica, futuro Digital. (2009). *cibersociedad.net*. Recuperado el 19 de enero de 2015, de <http://www.cibersociedad.net/congres2009/es/coms/psicologia-artificial-que-aporta-la-interaccion-con-robots-seres-y-ambientes-simulados-al-ser-humano/642/>

Mardones, J., & Ursúa, M. (1991). *Filosofía de las Ciencias Humanas y Sociales*. Barcelona España: Editorial Fontamara, S. A.

Martínez Pino, G. (2014). Las Mutaciones entorales del capitalismo y el descentramiento del discurso contable. En C. u. Quindío, *Memorias IX simposio Internacional de investigación contable y docencia*. Armenia: U Quindío CCINCO.

Mattessich, R. (1995). *Critique of Accounting*. cap 8. USA, London: Quorum.

Mattessich, R. (2002). *Contabilidad y Métodos Analíticos*. Buenos Aires: La Ley (reimpresión).

Mattessich, R. (2003). contabilidad; cisma o síntesis. *Técnica Contable*.

Mattessich, R. (2005). A Concise History of Analytical Accounting: Examining the Use of Mathematical Notions in our Discipline. *Spanish Journal of Accounting History*, 123-153.

Muñoz Restrepo, C. A. (2014). La Matemática en la Contabilidad. Influencia de la Teoría de la Teoría de las Proporciones ne la Contabilidad por PArtidad Doble y la Contametría . En U. L. Bogotá, *Memorias Segundo Encuentro Internacional de Contametría*. Bogotá: Universidad Libre.

Muñoz-Restrepo, C. a. (2014). La Matemática en la Contabilidad: La Influencia de la Teoría de las Proporciones en la Contabilidad y la contametría. En U. L. Bogotá, *Memorias II Simposio Internacional de Contametría*. Bogotá: Unilibre.

Quintanar, T. (2007). *Sistemas Expertos y sus aplicaciones*. Pachuca de Soto: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.

Reigs, J. &. (2000). Lógica Borrosa y su Aplicación a la Contabilidad. *REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN Y CONTABILIDAD*, 33 (103) 83-106.

RICO, M. &. (2008). Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables. . *Contaduría Universidad de Antioquia*, (52) 199-214. .

Rico, M. &. (2008). Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables. *Contaduría Universidad de Antioquia*, (52) 199-214.

Rivas, F. (2014). Introducción a la inteligencia artificial. *Tecnología de la Información y la Contabilidad Posgrado ULA*. Mérida.

Rivas, F. (s.f.). *sistemas de información. Fundamento de diseño de bases de datos*. Recuperado el 23 de marzo de 2014, de universidad de Granada: <http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/intro/A%20Sistemas%20de%20Informaci%C3%B3n.pdf>

Rojas Cano, M. (2014). Sistema de Costeo Basado en Actividades y Lógica difusa. En ANFECA, *XIX CONGRESO INTERNACIONAL DE CONTADURIA ADMINISTRACION E INFORMATICA*. MEJICO.

Russell, B. (1923). Vagueness. *Australian journal Filosofic*.

Sanchez, A. (s.f.). *aplicación de sistemas expertos en contabilidad*. Recuperado el 22 de marzo de 2014, de [online] <http://ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0002/Sanchez95.html>

Sánchez, T. (1991). sistemas expertos en contabilidad. *Revista Técnica Contable*, (514) 533-546.

Wilhem, D. (1979). *Historia de la filosofía*. FCE.

Zadeh, I. (1965). fuzzy sets. *information and control*, (8) 338 353.

Carlos Alberto Muñoz Restrepo

investigaciondocente@yahoo.es

Contador Público, Universidad de Antioquia; Especialista en Revisoría Fiscal y Contraloría en la Corporación Universitaria Remington. Estudiante de Doctorando en Ciencias Contables Universidad de los Andes, Mérida Venezuela. Ha sido Docente investigador en varias universidades del país. Se ha desempeñado como asesor contable, financiero y auditor en varias organizaciones; Experiencia e investigaciones en los campos del Control, la Fiscalización, la Regulación Contable, la Contametría, Historia y Teoría de la Contabilidad y Metodología de la Investigación. Consultor independiente y asesor de fundaciones. Actualmente catedrático en la Fundación Universitaria Luis Amigó.

© 2014. This work is published under
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> (the
“License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and
Conditions, you may use this content in accordance with the
terms of the License.