

**Métodos de razonamiento aproximado en investigación socioeconómica (MERAIS)****Campo del conocimiento y disciplina**

Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos (Data Mining Application).

**Personal participante:**

Director: Gery Bioul. [gbioul@exa.unicen.edu.ar](mailto:gbioul@exa.unicen.edu.ar)

Daniel Xodo. [dxodo@exa.unicen.edu.ar](mailto:dxodo@exa.unicen.edu.ar)

Oscar Nigro. [onigro@exa.unicen.edu.ar](mailto:onigro@exa.unicen.edu.ar)

José Zelasco. [jfz@fecic.edu.ar](mailto:jfz@fecic.edu.ar)

Gustavo Tripodi. [gtripodi@exa.unicen.edu.ar](mailto:gtripodi@exa.unicen.edu.ar)

Gustavo Illescas. [gillescas@fch.unicen.edu.ar](mailto:gillescas@fch.unicen.edu.ar)

Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.  
Grupo de Investigación en Informática de Gestión

Teléfono

: +54 2293 432466

Dirección postal

Campus Universitarios, Paraje Arroyo Seco, (7000) Tandil, ARGENTINA

**Resumen técnico del proyecto**

El proyecto propone llevar a cabo investigaciones sobre la influencia e impacto de la utilización de redes neuronales y sistemas borrosos, según los siguientes pasos:

1. Características generales de las redes neuronales<sup>1</sup> y sistemas borrosos<sup>2</sup>,
2. Comparación entre redes neuronales y la estadística tradicional
3. Impacto en la aplicación de estas tecnologías emergentes

- a) en el análisis sociológico y de mercado,
- b) sistemas de información con soporte tecnológico para la ayuda en toma de decisiones,
- c) Inteligencia comercial y de negocios (Business Intelligence), y
- d) Control de gestión y herramientas informáticas.

La elección entre los diferentes sistemas de ayuda a la toma de decisiones depende entre otros factores del tipo de tarea a realizar, [Laudon,1988].

1a) Tipo de decisión

*Se han clasificado las decisiones en estructuradas y no estructuradas [Simon;1960]: las decisiones estructuradas son repetitivas, rutinarias y existe un procedimiento definido para abordarlas; por el contrario, en las decisiones no estructuradas el decisor debe proporcionar juicios y aportar su propia evaluación.*

1b) Nivel al que se toman las decisiones

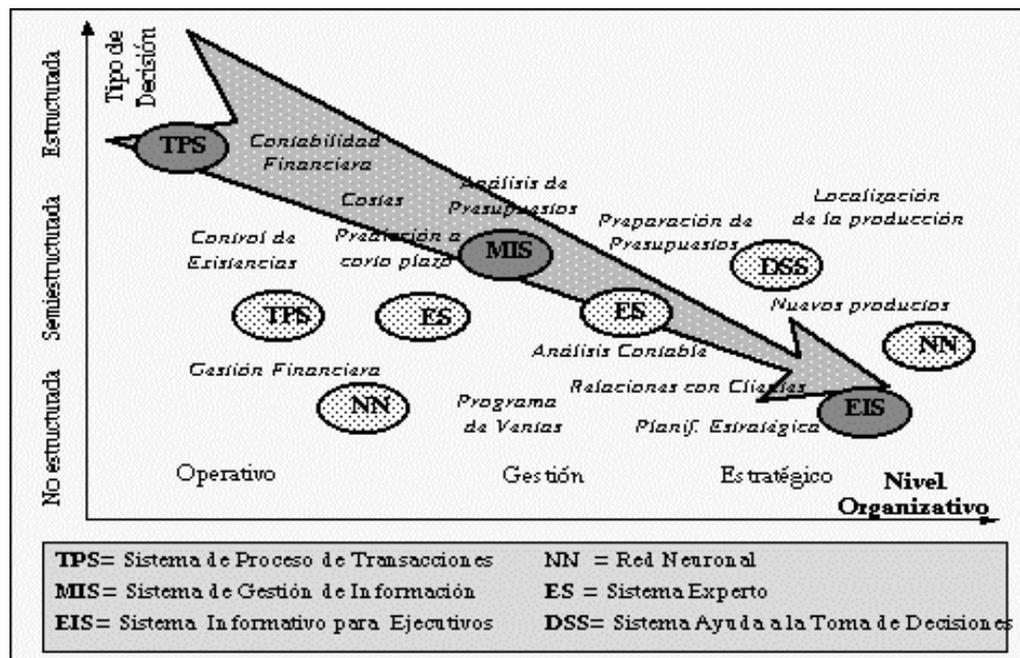
<sup>1</sup> Una definición de red neuronal hace uso del concepto matemático de grafo, objeto consistente en un conjunto de nodos (o vértices), más un conjunto de conexiones (o links) establecidas entre ellos. En este caso, el grafo describe la arquitectura del sistema y proporciona canales por los que puede discurrir su dinámica. Hay diferentes tipos de grafos, por ejemplo, grafos dirigidos (directed) y no dirigidos (undirected). En el primer tipo, las conexiones tienen asignado un sentido, mientras que en el otro son bidireccionales. Puede hablarse también de grafos densos (cuando casi todos los nodos están conectados con casi todos) y de grafos dispersos (cuando son pocas las conexiones entre los nodos). Un grafo puede componerse de diferentes tipos de nodos y diferentes tipos de conexiones.

<sup>2</sup> Los sistemas basados en lógica borrosas combinan unas variables de entrada (definidas en términos de conjuntos borrosos) por medio de grupos de reglas que producen uno o varios valores de salida. Este tipo de enfoque resulta especialmente interesante para problemas no lineales o no bien definidos. En efecto los sistemas borrosos permiten modelar cualquier proceso no lineal, y aprender de los datos haciendo uso de determinados algoritmos de aprendizaje. Además al contrario de los sistemas de redes neuronales, los basados en lógica borrosa permiten utilizar fácilmente el conocimiento de los expertos en un tema, bien directamente, bien como punto de partida para una optimización automática, al formalizar el conocimiento a veces ambiguo de un experto (o el sentido común)...Redes Neuronales y sistemas borrosos, B.Martín del Brío, A. Sanz Molina, Editorial Ra-Ma 1997.

También el nivel al que se toman las decisiones afecta la elección del tipo de sistema más apropiado. [Gorry;1971] han propuesto un esquema que relaciona el tipo de decisión (estructurada, semiestructurada y no estructurada) y el nivel organizacional (control operativo, de gestión y estratégico) con la herramienta a utilizar. Lógicamente en el nivel operativo dominan las decisiones estructuradas, en el nivel de gestión las semiestructuradas y en el estratégico las no estructuradas, formando una diagonal.

En la figura 1 hemos actualizado este esquema incorporando las herramientas informáticas más novedosas, e incluso anticipando lo que puede ser un futuro próximo.

Figura 1. Las herramientas a utilizar según el tipo de decisión y el nivel organizativo



### 1) Nivel operativo y decisiones estructuradas

El gráfico 1, muestra que en el nivel operativo y toma de decisiones estructurada dominan los sistemas informatizados convencionales. Entre ellos los programas de contabilidad financiera y de costos, los de elaboración de nóminas, y los que en general realizan tareas mecánicas. Son los llamados Sistemas de Proceso de Transacciones (TPS) basados en programación algorítmica convencional.

### 2) Nivel operativo y decisiones no estructuradas

El nivel operativo, pero con decisiones semiestructuradas, todavía está dominado por los programas convencionales, en lo que habría que incluir programas de control de tesorería, control de existencias y también las hojas de cálculo y sistemas gestores de bases de datos. Conforme las decisiones son menos estructuradas, empiezan a ser aplicables sistemas expertos y sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Así, para la gestión financiera más básica, en la que además de realizar cálculos mecánicos: tipos de interés efectivo, cuotas de amortización de préstamos, etc., también hay que tomar decisiones que manejan información incompleta o precisan incorporar el conocimiento de un especialista humano. Finalmente, en el nivel de de toma de decisiones menos estructurada pueden incorporarse modelos neuronales: por ejemplo, asesorando en la concesión de las tarjetas de crédito de unos grandes almacenes o a qué clientes se les envía catálogos por correo.

### 3) Nivel de gestión y decisiones estructuradas

Avanzando en el eje de las x (nivel organizativo), las decisiones se hacen más complejas. Si las decisiones son estructuradas, como en el análisis de presupuestos y control, contabilidad

analítica, análisis contable, etc., dominan los programas convencionales, quizá incorporando algún módulo experto. Este tipo de programas se denominan Sistemas de Gestión de Información o Management Information Systems (MIS).

#### 4) Nivel de gestión y decisiones no estructuradas

A medida que las decisiones se hacen menos estructuradas se hacen más necesarios los sistemas expertos. En temas puntuales como la elaboración de presupuestos, la predicción de variables financieras como el beneficio, el cash-flow, podrían incorporarse modelos neuronales. Nótese como en este esquema descrito hemos situado el análisis de la información contable en las decisiones semiestructuradas. No hay una teoría general que pueda ser aplicada paso a paso pero tampoco encaja en las decisiones completamente intuitivas o no estructuradas.

#### 5) Nivel estratégico

En el nivel estratégico son barridos los programas convencionales manteniéndose únicamente las hojas de cálculo, por su capacidad de simulación. Los llamados Executive Information Systems (EIS), o Sistemas Informativos para Ejecutivos dominan las decisiones menos estructuradas, con tareas como la planificación estratégica y de contabilidad directiva. Las redes neuronales pueden cubrir un hueco importante en las decisiones no estructuradas, debido a esa capacidad de encontrar relaciones complejas entre los patrones de entrada.

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

### Introducción

Las redes neuronales y los sistemas borrosos ofrecen nuevas alternativas, para estudiar los fenómenos cognitivos, pudiendo contribuir de una forma importante a su comprensión. Son capaces de descubrir relaciones entrada salida (o rasgos característicos) en función de datos empíricos, merced a su capacidad de aprendizaje a partir de ejemplos.

La Inteligencia Artificial opera de arriba hacia abajo, con reglas, conceptos y cálculos secuenciales, tal y como al parecer trabaja nuestra mitad izquierda del cerebro, mientras que las redes neuronales artificiales, operan de abajo a arriba (enfoque emergente), interpretando de una manera intuitiva y paralela las imágenes, sonidos y otros tipos de estímulos que llegan de forma masiva desde el exterior, como el lado derecho del cerebro.

No debe pensarse en ambas como tecnologías excluyentes, sino, complementarias. Los mejores resultados se obtendrán aplicando cada técnica al aspecto del problema donde resulte más conveniente. Precisamente con esta filosofía han nacido las redes expertas, combinación de ambas.

Los sistemas borrosos resultan un excelente complemento a las técnicas (redes neuronales y sistemas expertos), existiendo en la actualidad la clara tendencia de incorporar en un mismo sistema redes neuronales, lógica borrosa y sistemas expertos, en todas sus posibles combinaciones.

Las redes neuronales quizá tengan mucho más aspectos en común con la estadística que con la Inteligencia Artificial, de hecho, las redes neuronales artificiales han sido descritas en alguna ocasión como técnicas de ajuste estadístico inspiradas en la biología [Brío,1996].

Pueden beneficiarse de la estadística en numerosos aspectos, por ejemplo, el empleo de técnicas estadísticas para el análisis de la relevancia de las variables de entrada, y su utilización en una inicialización de los pesos relativos. En general resultan relativamente fáciles de emplear, y la interpretación de sus resultados resulta asequible a usuarios profanos.

La principal característica de las estadísticas tradicionales parte del hecho que existe un modelo conceptual previo de los datos, un supuesto teórico. No se refiere al campo de estudio que esto es irremplazable, sino a la distribución de los valores de las variables involucradas en el proceso de análisis estadístico. El enfoque con estadísticas tradicionales, tiene las características de un enfoque descendente.

Los modelos neuronales normalmente no parten de restricciones respecto de los datos de partida (tipo de dependencia funcional), ni suelen imponer presupuestos (como distribución gaussiana u otras).

Teniendo en cuenta que las estadísticas tradicionales en son muy buenas para el tipo de relaciones lineales, las redes neuronales lo son para relaciones no lineales. Ellos parecen adaptarse mejor en este sentido al análisis y visualización de los indicadores financieros y económicos, la evaluación de la gestión empresarial, los indicadores de satisfacción de clientes, productividad, personal, logística, costos por actividades, calidad, gestión de venta, ciclo de vida de los productos, velocidad de procesos, etc., son ejemplos donde raramente las relaciones son lineales.

Uno de los inconvenientes en la utilización de este tipo de redes consiste en que luego de todo un desarrollo no existe una ecuación que represente el proceso investigado y por consiguiente la interpretación del mismo.

Otra de las características diferentes que ofrece las redes neuronales es la posibilidad de un proceso de aprendizaje a partir de un entrenamiento dado y luego de este proceso, su reutilización para nuevos desarrollos y datos.

### Objetivos Generales

1.-Aplicación de distintos tipos de redes, Multicapa Perceptron, Función Radial Básica, Redes de Kohonen, y otras. Proceder a su interpretación comparándolas con la aplicación de las estadísticas tradicionales, su relación con cada aplicación y modo de interpretarlas, pronósticos de series temporales y capacidad de predicción con base de datos de gestión.

- a) en base de datos sociológicas y de mercado,
- b) para identificar y solucionar los problemas de información en la toma de decisiones
- c) para construir nuevos indicadores a los efectos de controlar y medir el desempeño de la empresa, y su relación con los clientes CRM.<sup>3</sup>

2.-Verificar la aplicación de redes neuronales en base de datos, originadas de trabajos cualitativos, y su comparación con los enfoques tradicionales. Tratamientos de Huber, Ragin, y otros. En este ítem conviene verificar la alternativa de enfoque con sistemas borrosos y su aplicación específica a tratamiento de valores provenientes de enfoques cualitativos.

- a) para utilizar las distintas herramientas informáticas disponibles en el mercado para la toma de decisiones y,
- b) Para construir sistema de apoyo en la toma de decisiones.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> CRM (Customer Relationship Management) es el proceso que posibilita reorientar los mecanismos estratégicos empresariales desde la visión centrada en el producto hacia una perspectiva referida a la figura del cliente y su relación con la empresa, proceso por el cual la empresa maximiza la información de la que dispone acerca de sus clientes (información que obtiene fruto de la interacción a través de los distintos puntos de contacto empresa-cliente: servicios de atención, reclamaciones, fuerza de ventas, etc.) con el fin de incrementar su conocimiento acerca de ellos y construir a partir de tal conocimiento relaciones altamente rentables y duraderas con aquellos segmentos del censo de clientes que mayor rentabilidad puedan proporcionar a la empresa.

El concepto de CRM comprende la metodología, disciplina y tecnología (eminentemente materializada bajo la forma de sistemas software) que tiene por objeto automatizar y mejorar los procesos de negocio asociados a la gestión de la relación de la empresa con el cliente, principalmente en las áreas de venta, marketing, servicios de atención al cliente y soporte, con el fin último de incrementar los beneficios de la empresa mediante la optimización, personalización y diferenciación de dicha relación con el cliente.

La solución CRM combina una adquisición de información de los clientes de la empresa con la aplicación de una serie de tecnologías para la gestión de tal información y su conversión en conocimiento de negocio (datawarehousing, análisis estadístico, técnicas OLAP, DSS, EIS, minería de datos, etc.) Ello proporciona, al mismo tiempo, una plataforma común para la comunicación e interacción con el cliente que minimice las limitaciones en la integración asociadas a la tradicional estructura organizativa que distingue las visiones de los departamentos de ventas, marketing y atención al cliente, facilitando una perspectiva homogénea de la figura del cliente y la gestión uniforme de su relación con la empresa desde cada punto de contacto.

### Objetivos específicos

- Recopilación de las principales estructuras de redes neuronales, una descripción de las mismas y su aplicación a temas específicos de control de gestión e investigación de mercado.
- Interpretación del proceso para cada estructura neuronal, por ejemplo la aplicación de una función radial básica a un conjunto de variables. Esas variables pueden ser: género, edad, nivel socioeconómico, residencia, decisiones de compra. Como variable dependiente el grado de aceptación de un paquete de servicios. En este caso se debe analizar el período de aprendizaje, mantenimiento y validación de la red, verificar otros parámetros y utilizarlos, como así también el método de aprendizaje de la red. Luego analizar sus salidas ya en forma de gráficos, cruce de tablas y/o listados.
- Esta interpretación debe realizarse en un contexto teórico determinado y la comparación para cada uno de estos ejemplos con sus similares operaciones en la estadística tradicional.
- En lo que se refiere al CRM (Customer Relationship Management) se abarcarán todas las etapas correspondientes, a saber:
  - Integración: El desarrollo de una solución CRM parte de la información que la empresa dispone acerca de sus clientes. Típicamente, tal información vendrá dada bajo la estructura definida por un *datawarehouse* (DW) corporativo o departamental. Dicho DW aglutina los datos de negocio relevantes tras una labor de integración de los datos disponibles a través de las distintas fuentes, departamentos y canales a los que tenga acceso la empresa. Resultando en una fuente centralizada de la información relevante de cliente a partir de la cual ejecutar los procesos de análisis y de extracción de conocimiento de negocio.
  - Análisis: El análisis de la información del cliente disponible en el repositorio integrado de datos permite extraer el conocimiento de los clientes y mercado. Que posibilite diseñar y dirigir a partir de tal conocimiento acciones concretas de marketing a segmentos específicos de los clientes.

Cabe distinguir dos niveles distintos en la aplicación de los mecanismos y técnicas de análisis:

- a) Análisis de datos de negocio (técnicas OLAP, sistemas DSS, EIS, etc.)
- b) Análisis del conocimiento (extracción de conocimiento mediante análisis estadístico y técnicas de descubrimiento de conocimiento en bases de datos/minería de datos: árboles de clasificación, reglas de asociación, algoritmos genéticos, redes neuronales, *clustering*, etc.)

Esta fase de análisis resulta crítica desde la perspectiva de la obtención de beneficios a partir de la aplicación de una solución CRM. Únicamente mediante la adecuada ejecución de los procesos y técnicas de análisis puede alcanzarse un conocimiento válido y útil de las tendencias y patrones de comportamiento del cliente que permita establecer un modelo que posibilitará predecir su comportamiento y establecer una serie de métricas que soporten la toma de decisiones estratégicas.

Acción: La solución CRM es efectiva sólo si el conocimiento adquirido durante la etapa de análisis se materializa en acciones concretas sobre los procesos de negocio. La revisión y modificación de dichos procesos para dar cabida a las conclusiones extraídas del análisis de la información de cliente (lo aprendido sobre las preferencias, necesidades y comportamiento del cliente) constituye la etapa que cierra el ciclo de la solución CRM.

---

<sup>4</sup> Autores como Hartvigsen (1992), que ha elaborado un sistema experto para el análisis de la solvencia de las empresas reconoce las limitaciones y dificultades que plantea la construcción de los sistemas expertos para el análisis financiero. No hay una teoría formal y perfectamente estructurada para examinar la información contable de las empresas, aunque tampoco hay un desconocimiento total del procedimiento a seguir.

Para abordar este tipo de problemas difícilmente resolubles mediante los métodos convencionales o mediante sistemas expertos hemos propuesto combinarlos con otras herramientas de Inteligencia Artificial, como las redes neuronales.