

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA APLICANDO TEORÍA DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Aracely Madrid, ITESM Campus Chihuahua
Adrián Chaparro, ITESM Campus Chihuahua
Raime Bustos, ITESM Campus Chihuahua
Antonio Ríos, ITESM Campus Chihuahua

RESUMEN

En el presente estudio se muestra el diseño de una herramienta basada en redes neuronales artificiales como auxiliar en la metodología de planeación estratégica que, a diferencia de las aplicaciones actuales, está enfocada a un entorno que va más allá de simples pronósticos numéricos y procesos estadísticos. Se basa en un algoritmo avanzado que permite optimizar las estrategias a seguir dentro de la empresa, ayudando a los negocios a conseguir una ventaja competitiva en el mercado. Este modelo es flexible, adaptivo, posee capacidad de aprendizaje, es robusto y con tolerancia a fallos. Esta metodología provee estrategias óptimas para mejorar la competitividad de una empresa, la capacidad del modelo puede ofrecer estrategias que no son evidentes porque puede encontrar relaciones no evidentes entre variables que pueden auxiliar al administrador o líder de una organización. Esta herramienta es un auxiliar en el proceso de mejora de competitividad porque sirve de apoyo en las decisiones estratégicas que se hacen en los niveles administrativos de las organizaciones.

PALABRAS CLAVE: Planificación estratégica, DSS, Redes neuronales artificiales

DESIGNING A STRATEGIC PLANNING TOOL APPLYING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK THEORY

ABSTRACT

In this study, a model for strategic planning based on artificial neural networks is presented. This proposed artificial neural network model goes beyond projections and statistical analysis. Based, on an algorithm, the proposed model offers strategy optimization and assists management in building a competitive advantage. The presented model is flexible, adaptive, fault tolerant, robust, and has learning capability.

JEL: C45; M10; M15

KEYWORDS: Strategic planning, DSS, artificial neural networks

INTRODUCCIÓN

Existen beneficios significativos al usar un proceso claro de formulación de una estrategia en la búsqueda de la realización de las metas planteadas para una empresa, esto con el propósito de asegurar que por lo menos las políticas de los departamentos funcionales estén coordinadas y dirigidas a un grupo de objetivos (Porter, 1998). La estrategia de una compañía es el plan de acción de la administración para operar el negocio y dirigir sus operaciones. Es decir, se trata del cómo cumplir una visión estratégica y lograr los objetivos. Así mismo, las actividades para planear y ejecutar una estrategia

son funciones administrativas vitales y la ejecución excelente de una estrategia excelente es la receta más confiable para convertir una empresa en una de las mejores de su tipo (Thompson et al, 2008).

A través de una buena planificación estratégica una empresa puede alcanzar grandes resultados además de ser de vital importancia para hacer frente a los cambios y desafíos que se les presentan a los negocios en un mercado globalizado y altamente competitivo. Actualmente ya existen varios modelos para la planificación estratégica, tales como las cinco estrategias competitivas genéricas que se mencionan el libro de Administración Estratégica de Thomson. Sin embargo, las empresas se siguen enfrentando al problema de cuál estrategia usar o cuál es la que más conviene a largo y corto plazo.

El propósito del presente estudio es diseñar una herramienta basada en redes neuronales artificiales que apoye la metodología de planeación estratégica, basado en un algoritmo avanzado que permite optimizar las estrategias a seguir dentro de la empresa, ayudando a los negocios a conseguir una ventaja competitiva en el mercado y a detectar las oportunidades. Este modelo es flexible, adaptivo, posee capacidad de aprendizaje, es robusto y con tolerancia a fallos. Todas estas características mencionadas permiten que a través del tiempo las estrategias se vayan mejorando o redefiniendo de forma eficiente. La flexibilidad y la adaptabilidad son factores muy importantes ya que en la actualidad la capacidad de reaccionar rápidamente ante cambios no esperados en el mercado puede hacer la diferencia entre alcanzar el éxito o llevar a la quiebra a una empresa. El modelo es robusto y tolerante a fallos, ya que esta característica es propia de los modelos basados en redes neuronales. En general, esta herramienta permite el mejoramiento continuo de las estrategias que se utilizan para lograr el éxito en una empresa ya que el sistema será capaz, a través de un algoritmo avanzado, de detectar oportunidades y/o amenazas que enfrenta la corporación y evaluar cuáles estrategias pueden fortificar el curso de acción de la corporación para encontrar o mejorar una ventaja competitiva, facilitando al directivo o líder administrativo la toma de decisiones.

La presente investigación está organizada de la siguiente manera. En la sección de revisión literaria se presenta literatura relevante acerca de los antecedentes en el proceso de toma de decisiones en la planificación estratégica y acerca de redes neuronales artificiales. En la sección de metodología se presenta todo el diseño de la herramienta de planificación estratégica basada en teoría de redes neuronales artificiales. Y finalmente se presentan las conclusiones de esta investigación así como las limitaciones del estudio y recomendaciones para futuras investigaciones.

REVISIÓN LITERARIA

La planificación estratégica se ha convertido en un aspecto crítico en las empresas (Phillip, 2007). Todas aquellas que compiten en el sector industrial tienen una estrategia competitiva ya sea explícita o implícita, y ésta pudo haber sido desarrollada explícitamente mediante un proceso de planificación o se pudo haber originado implícitamente a través de la actividad agregada de los diferentes departamentos funcionales de la empresa (Porter, 1998).

El éxito de una estrategia se basa en que pueda ajustarse a la situación externa e interna de la empresa para obtener una ventaja competitiva permanente y mejorar su desempeño (Thompson et al, 2008). Las organizaciones exitosas ahora más que nunca reconocen la importancia de la planificación estratégica en el alcance de los resultados deseados. Las compañías tienen una ventaja competitiva cuando desarrollan un plan estratégico efectivo, ellos dicen “Si no sabes a dónde quieres ir, ningún camino te llevará a ahí” (Salem, 2005). Es decir, en su proceso de elaboración se requiere que los directivos enfrenten el problema de hacia dónde dirigirse, cómo y qué cambios deben generarse para mejorar la posición en el mercado y sus prospectos futuros.

En la planificación estratégica uno de los hechos más difíciles es que el juicio humano es necesario para interpretar, encontrar y determinar la relevancia de los hechos estratégicos para la toma de decisiones

(Barnes, 1984). Para muchas decisiones es complejo calcular una alternativa y algunas veces se vuelve virtualmente imposible encontrar todos los elementos que puedan influir. En lugar de buscar todas las alternativas posibles las personas tienden a elegir la primera disponible o visible que los lleva a cumplir con el objetivo (Laudon & Laudon, 2006). Estos juicios subjetivos son el mayor componente en cualquier proceso de formulación estratégica, si no son confiables la planificación estratégica puede perder su enfoque (Barnes, 1984). Muchos investigadores apuntan a que la toma de decisiones es un proceso continuo en el cual las decisiones finales siempre son modificadas, otros investigadores han encontrado que las personas difieren en como maximizar el valor y en los marcos de referencia que ellos utilizan para interpretar la información y tomar decisiones (Laudon & Laudon, 2006). Las personas tienen muchas limitaciones para evaluar riesgos y casi siempre sobrestiman la probabilidad de que ocurran eventos no deseados (Klayman & Schoemaker, 1993). El pensar y razonar son operaciones mentales que transforman el conocimiento en conceptos, planes y acciones y cada persona inicia el proceso de razonamiento con un conjunto de conocimientos diferentes e inclusive una organización grande no puede conocer colectivamente todas las cosas relevantes de su ambiente complejo (Klayman & Schoemaker, 1993). Así mismo, para una organización el objetivo más importante es la preservación de la misma, seguido de la reducción de la incertidumbre (Laudon & Laudon, 2006).

Las tecnologías de la información (IT) son una de las contribuciones más importantes en los negocios para reducir la incertidumbre y mejorar el proceso de toma de decisiones (Laudon & Laudon, 2006). El mejoramiento de la planificación estratégica dentro del entorno de las IT es una de las principales preocupaciones y un aspecto que los ejecutivos más altos de las corporaciones consideran como crítico (Phillip, 2007). Anteriormente la toma de decisiones se hacía utilizando la información que se aproximara mejor a la realidad, sin embargo, algunas veces se estaba equivocado. Actualmente las IT han contribuido en mejorar la administración de la toma de decisiones (Laudon & Laudon, 2006). Los administradores juegan roles clave dentro de las organizaciones que van más allá de tomar decisiones de forma simple, por lo cual es importante entender como las IT apoyan a los administradores en sus tomas de decisiones a través de sistemas que proveen conocimiento acerca de los clientes, ventas e inventarios y procesos del negocio. Un sistema de información estratégico hace converger los objetivos de la compañía y la implementación de los sistemas computacionales que proveen información (Kanooni, 2009).

Muchos sistemas de información de planeación de metodologías se han propuesto para ayudar a cerrar el hueco entre las IT y la planificación estratégica en los negocios. Estas metodologías enfatizan los factores formales y racionales de la organización e ignoran el contexto actual de la organización y el comportamiento de los colaboradores (Kanooni, 2009).

Las principales tecnologías para dar soporte en la toma de decisiones son: Sistemas de Soporte a Grupos (GSS), Sistema de Soporte de Decisión (DSS), Sistemas Ejecutivos de Información (EIS), Sistemas Expertos (ES) y Redes Neuronales Artificiales (ANN) (Sundin & Braban-Ledoux, 2001). Otros sistemas que facilitan la toma de decisiones son los Sistemas de Soporte Ejecutivo (ESS) la ventaja de dichos sistemas es que permiten reunir la información de todas las partes de la organización y del ambiente externo a la empresa, permitiendo a los administradores seleccionar y tener acceso a la información tanto como se requiera, así mismo tratan de eliminar el problema de la sobrecarga de los reportes en papel (Laudon & Laudon, 2002).

Unos de los principales vendedores de sistemas para las empresas son SAP y Oracle, dichos sistemas proveen la capacidad de manejar enormes cantidades de datos y presentar una fotografía del panorama actual de la empresa. Tanto SAP como Oracle son sistemas de planeación de recursos utilizados en una gran cantidad de industrias y sectores, permiten la administración de los recursos humanos, financieros, operacionales y de servicios corporativos, también proporcionan soporte para realizar el Balanced Scorecard (SAP, 2010) (Oracle, 2010). Recientemente PeopleSoft otro de los proveedores de software empresarial fue adquirido por Oracle, convirtiéndose en una línea de productos del mismo (Oracle, 2010).

Los miembros de una organización que se encargan de la toma de decisiones toman como primera fuente de confianza para fundamentar sus decisiones el conocimiento. Adquirir conocimiento es un proceso que puede llevar años, y la cantidad y complejidad del mismo se incrementa, por lo cual se vuelve más difícil tener acceso a la información. Un sistema de información puede mejorar las capacidades de decisión de los administradores que se encargan de la toma de decisiones, por medio de proveer conocimiento y la experiencia que pueden ganar estos sistemas cuando implementan alguna técnica de inteligencia artificial.

El estudio de las redes neuronales artificiales es un campo en extremo interdisciplinario, tanto en su desarrollo como en su aplicación, actualmente su aplicabilidad ha llegado a muchas áreas de conocimiento, como es el procesamiento de señales, control, reconocimiento de patrones, medicina, reconocimiento del habla, negocios, finanzas, etcétera. Entre las aplicaciones que se pueden encontrar en los negocios se encuentran aplicaciones de pronósticos de mercados, gestión de riesgos, sistemas contables, detección de fraudes, evaluación de inversiones, entre otros. Sin embargo, estas aplicaciones sólo utilizan las redes neuronales artificiales como pronósticos numéricos o procedimientos estadísticos, sin desarrollar todo el potencial que estas herramientas pueden llegar a desplegar.

Una red neuronal artificial es un sistema de procesamiento de información que tiene ciertas características de funcionamiento en común con las redes neuronales biológicas. Dichas redes han sido desarrolladas como generalizaciones de modelos matemáticos de la cognición humana o la biología neuronal, las cuales se caracterizan por tres partes esenciales, la primera es su patrón de conexión entre neuronas, llamada arquitectura; la segunda es su método para determinar los pesos de las conexiones, conocido como algoritmo de aprendizaje; y finalmente por su función de activación (Fausett, 1994). Una red neuronal consiste en un gran número de elementos simples de procesamiento llamados neuronas, unidades, células o nodos. Cada neurona es conectada a las otras neuronas por medio de enlaces de comunicación dirigidos, cada uno con un peso asociado. El peso representa información que está siendo utilizada por la red para resolver un problema (Fausett, 1994). Las redes neuronales pueden ser utilizadas para resolver una amplia variedad de problemas, como almacenar o recordar datos o patrones, clasificar patrones, realizar mapeos generales de patrones de entrada a patrones de salida, agrupar patrones similares, o encontrar soluciones a problemas de optimizaciones restringidos.

En la práctica, en vez de ser programada con instrucciones explícitas, una red neuronal artificial es entrenada para realizar una tarea por medio del aprendizaje de ejemplos del mundo real (Lin, 2004). El sistema aprende, a través del ajuste del impacto relativo que tienen las entradas sobre las salidas, tratando muchas combinaciones de los pesos de las conexiones hasta que se ajustan adecuadamente a los casos de entrenamiento. A partir de entonces la red resultante puede ser utilizada para evaluar casos futuros por medio de asistencia en la clasificación de patrones, estimación de funciones, compactación de datos y tareas similares.

El método de aprendizaje es uno de los factores más importantes en las redes neuronales artificiales, ya que éste depende fuertemente de los ejemplos o patrones de entrenamiento. El aprendizaje se lleva a cabo a través de un procedimiento iterativo estadístico para ajustar los pesos de las conexiones de la red (Lin, 2004). El beneficio más aparente de las redes neuronales artificiales, se encuentra en las capacidad de aprendizaje que éstas poseen, sin embargo, es importante mencionar otros de sus beneficios, como lo es la capacidad para modelar funciones no lineales, la adaptabilidad a los cambios, el mapeo de funciones de entrada-salida, tolerancia a fallos e información contextual (Haykin, 1999). Finalmente cabe destacar que en las aplicaciones de las redes neuronales no se pretende sustituir a las personas, sino que son herramientas de ayuda para quienes se encargan de la toma de decisiones (Laudon & Laudon, 2006).

MODELO

Una red neuronal desde una perspectiva de planificación estratégica consiste en una herramienta para la toma de decisiones, la cual es utilizada como soporte por parte de los líderes administrativos o ejecutivos

que se encargan de la toma de decisiones empresariales, con el propósito de seleccionar una respuesta apropiada para una situación en particular.

El desarrollo de esta herramienta consta de una serie de etapas que deben de ser analizadas paso a paso. Comenzando con la definición de las variables que aportan la información de entrada al sistema y que será procesada por el mismo, seguido del diseño de la red neuronal artificial que se encarga de aportar la inteligencia artificial a esta herramienta, continuando con la definición de las salidas que aportan soporte en la toma de decisiones, y finalizando con los procesos de utilización, aplicación y entrenamiento del sistema.

Este sistema de soporte de decisiones pretende ayudar al administrador en el proceso de implementación de las estrategias, no durante el proceso de formulación, sino que pretende ayudar a controlar y mejorar las estrategias que ya han sido formuladas y que se encuentran en una fase de implementación. El sistema indicará a los líderes administrativos que estrategia complementaria pueden utilizar para fortalecer su estrategia actual. Las estrategias complementarias son acciones que los administradores emprenden para lograr la estrategia elegida, dichas estrategias se eligen con base en su aplicabilidad en condiciones específicas del mercado (Petrorius, 2008). Así mismo, el sistema será capaz, a través de un algoritmo avanzado, de detectar oportunidades y/o amenazas que enfrenta la corporación y evaluar cuáles estrategias pueden fortificar el curso de acción de la corporación para encontrar o mejorar una ventaja competitiva.

Información de entrada de la herramienta para soporte de decisiones

Para el diseño de esta herramienta el primer elemento que se toma en cuenta es la información que el sistema requiere, a partir de esta información se aplicará el algoritmo inteligente basado en redes neuronales artificiales y se producirá una salida que dé soporte en las decisiones estratégicas. La información que se requiere como entrada para el sistema se divide en dos grupos, el primero es la información del estado actual de la empresa y el segundo es el estado futuro al que se tiene esperado llegar. En la Tabla 1 se muestra las variables de entrada del sistema correspondientes al estado presente de la empresa, así como la nomenclatura que será utilizada en el diseño de la herramienta. Una característica importante del grupo de variables es que son del tipo cuantitativas.

En la Tabla 2 se presentan las variables de entrada del sistema correspondientes al estado futuro al cual se espera que llegue la empresa. Estos valores servirán como referencia para que la herramienta evalúe que estrategia es la mejor opción para alcanzar los objetivos esperados.

Después de identificar todos los grupos de variables es necesario construir el vector de datos de entrada que alimenta a la herramienta, tal como se expresa en la fórmula 1.

$$X = \left(\begin{array}{cccccccccccccccc} B_1, B_2, \dots, B_n, R_1, R_2, \dots, R_n, P_1, P_2, \dots, P_n, F_1, F_2, \dots, F_n, E_1, E_2, \dots, E_n, \\ C_1, C_2, \dots, C_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_n, D_1, D_2, \dots, D_n, M_1, M_2, \dots, M_n \end{array} \right) \quad (1)$$

Arquitectura

Para el diseño de la red neuronal artificial deben especificarse cada uno de los elementos que compone una red. El primer elemento que debe ser tomado en cuenta es la arquitectura, para esta herramienta se toma en cuenta una arquitectura de retropropagación (BP). La red neuronal artificial BP fue seleccionada porque es la técnica de aprendizaje más utilizada y es apropiada en problemas donde las relaciones entre las entradas y las salidas son no lineales y/o involucran una correlación alta entre las variables de entrada (Patrick et al, 2007) tal es el caso de las actitudes y estilos de vida de una sociedad y la posición de los competidores, ambas variables están relacionadas y un cambio en una implica un cambio en la otra, sin

embargo, ese cambio no es proporcional y no se conoce con exactitud los cambios que van a generar una en la otra.

Tabla 1: Variables de Entrada del Estado Presente de la Empresa

Grupo de variables	Nomenclatura	Descripción
Evaluación de la estrategia actual de la empresa	B_1, B_2, \dots, B_n	Este grupo de variables contiene toda la información correspondiente a los indicadores que miden el rendimiento de la estrategia actual. Un ejemplo de estas variables son los métricos contenidos en la tarjeta de puntuación equilibrada (Balanced Scorecard).
Identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.	R_1, R_2, \dots, R_n	Este grupo de variables contienen la evaluación de las fortalezas y debilidades de los recursos de una empresa, sus oportunidades comerciales y las amenazas externas de su bienestar futuro. Un ejemplo de este grupo de variables son los indicadores del análisis FODA, las razones financieras, entre otros.
Evaluación de precios y costos de la empresa.	P_1, P_2, \dots, P_n	Este grupo de variables contiene toda la información correspondiente a los precios y costos actuales de la empresa. Por ejemplo márgenes internos, margen de los proveedores, cadena de valor, benchmarking, entre otros.
Fortalezas competitivas	F_1, F_2, \dots, F_n	Este grupo de variables contiene un grupo de mediciones de fortalezas competitivas, tales como calidad, reputación, capacidad de fabricación, capacidad tecnológica, red de distribuidores, etcétera.
Características económicas predominantes de la industria	E_1, E_2, \dots, E_n	Este grupo de variables contiene las características económicas predominantes de la industria tales como tamaño del mercado, tasa de crecimiento, cantidad de rivales, grado de diferenciación del producto, ritmo de cambio tecnológico, economía de escala, etc.
Evaluación de fuerzas competitivas	C_1, C_2, \dots, C_n	Este grupo de variables lo componen las fuerzas competitivas que enfrenta la industria y la intensidad de cada una. Dentro de este grupo se pueden encontrar la evaluación de los productos sustitutos, grado de influencia de compradores y proveedores, nuevos actores potenciales, entre otros.

Esta tabla muestra las variables de entrada que representan el estado actual de la empresa, las cuales alimentarán a la herramienta de soporte de decisiones.

Tabla 2: Variables de Entrada del Estado Futuro de la Empresa

Grupo de Variables	Nomenclatura	Descripción
Presupuestos y proyecciones	Y_1, Y_2, \dots, Y_n	Este grupo de variables contiene todas las proyecciones, presupuestos y objetivos planteados en la estrategia.
Variables que miden el cambio y sus efectos.	D_1, D_2, \dots, D_n	Este grupo está formado por variables que miden los efectos de los cambios a los que la empresa se puede enfrentar en el mercado. Dentro de este grupo se puede encontrar la tasa de crecimiento, los cambios tecnológicos e innovación en los procesos de fabricación, innovación en el marketing, influencia regulatorias y cambios en las políticas gubernamentales, cambios de las preocupaciones, actitudes y estilos de vida en una sociedad, entre otros.
Posición en el mercado y sus competidores	M_1, M_2, \dots, M_n	Este grupo de variables contiene todos los parámetros que evalúan la posición que se ocupa en el mercado, así como la posición de los competidores.

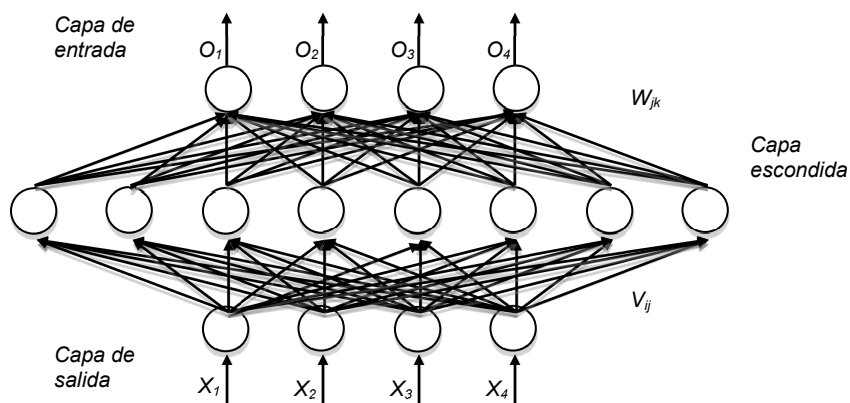
Esta tabla muestra las variables de entrada que representan el estado futuro de la empresa, las cuales alimentarán a la herramienta de soporte de decisiones.

En Figura 1 se muestra la estructura de una red neuronal artificial de retropropagación. Hay dos tipos de elementos en la red, las neuronas y el peso de conexión. Una neurona es la unidad básica de procesamiento que tiene una función de activación. Las neuronas son acomodadas en una estructura consecutiva de capas y están completamente conectadas por los pesos de conexión. La primera capa es llamada la capa de entrada, la segunda es llamada capa escondida y finalmente está la capa de salida. Un peso de conexión tiene un valor para cada neurona, estos son importantes porque sus valores determinan el comportamiento de la red BP.

El modelo BP se compone de un proceso computacional de dos fases “forward” y “backward” (Patrick et al, 2007). En la fase forward la red BP recibe el patrón de datos de entrada y directamente lo pasa a las capas escondidas. Cada elemento de la capa escondida calcula un valor de activación sumando todos los pesos de las entradas de cada elemento de la capa de entrada, posteriormente por medio de una función de activación sigmoidea, un valor de activación es transformado a través de una función de umbral a un valor de salida en cada elemento de la capa escondida. Cada elemento de la capa de salida es utilizado para

calcular un valor de activación sumando las salidas umbral de cada elemento de la capa oculta. Una función de activación es posteriormente utilizada para calcular la salida de la red. En la fase backward la salida actual de la red es comparada con el valor objetivo utilizando las fórmulas de retropropagación. Si una diferencia surge entre la salida de la red y la salida deseada, el algoritmo de gradiente descendiente es usado para ajustar los pesos conectados. De lo contrario, no hay aprendizaje. Este proceso representa los pasos que sigue un directivo para tomar decisiones, en la fase forward el líder recibe toda la información necesaria respecto a la situación interna y externa de la empresa, lo que equivale a la alimentación de la red; una vez que tiene toda la información realiza un proceso interno de razonamiento y evaluación de posibilidades, equivalente al procesamiento que realizan las capas escondidas de la red; luego toma una decisión con base a sus razonamientos, equivalente a las salidas de la red. En la fase backward el directivo evalúa la decisión que tomó, luego analiza sus posibles implicaciones y si existe algún error o cambio ajusta su estrategia. Sin el directivo no hubiera realizado este proceso no existiría aprendizaje.

Figura 1: Estructura de una Red Neuronal Artificial de Retropropagación



Esta figura muestra la estructura de una red neuronal artificial de retropropagación (BP) con una capa escondida.

También es equivalente al proceso de aprendizaje de un directivo. A lo largo de su vida y de su estancia en la empresa va adquiriendo conocimiento valioso para la misma, sin embargo, cuando un nuevo directivo toma las riendas de la empresa todo el conocimiento valioso del líder anterior se pierde. Ese conocimiento valioso para la empresa se pierde y el nuevo directivo tiene que buscar el conocimiento que ya había estado en la empresa y aprenderlo. Lo cual, tiene costos muy altos tanto en tiempo como en dinero. Todo este proceso tardado de reaprendizaje se da en las empresas porque no existe una herramienta que permita conservar el conocimiento valioso y que además proporcione una manera estructurada, rápida y estandarizada sobre como tener un aprendizaje continuo respecto a la situación de la empresa, problema que también se busca solucionar con la herramienta que se propone, ya que dará a los directivos toda esa información valiosa que les permitirá usar al máximo sus habilidades de líder y aprovecha toda su experiencia en toma de decisiones, así mismo les permite evaluar el comportamiento de las decisiones que se tomaron.

Es importante hacer notar que en la Figura 1 se muestra el modelo de la herramienta que se presenta. En la capa de entrada se recibe toda la información interna y externa de la empresa, mientras que en la capa de salida se indican donde existen las áreas de oportunidad en la corporación, en la Tabla 4 se describen a detalle el significado de cada variable de salida O_n . La función de activación de umbral sigmoidea en la capa de salida entregará valores binarios de salida, los cuales indicaran la existencia de un área de oportunidad para la empresa según sea la salida o salidas que se encuentren activadas.

Nomenclatura

Después de definir la arquitectura que se va a utilizar en la herramienta es importante definir la nomenclatura de las variables que se utilizaran en el desarrollo del algoritmo de la red de retropropagación, la cual se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Nomenclatura

Nomenclatura	Descripción
x_T	Vector de entrenamiento de entrada con información teórica: $x = (x_{T1}, \dots, x_{Ti}, \dots, x_{Tn})$
x_P	Vector de entrenamiento de entrada con información de estrategias anteriores: $x = (x_{T1}, \dots, x_{Ti}, \dots, x_{Tn})$
t	Vector de objetivos de salida: $t = (t_1, \dots, t_k, \dots, t_m)$
δ_k	Porción del ajuste del peso de la corrección del error de W_{jk} que se debe a un error en la salida Y_k ; también la información acerca del error en la unidad Y_k se propaga de nuevo a las unidades ocultas que alimentan la unidad Y_k .
δ_j	Porción del ajuste del peso de corrección de V_{ij} que se debe a la retropropagación de la información del error desde la capa de salida hasta la unidad escondida Z_j .
α	Tasa de aprendizaje.
X_i	Entrada de la unidad i : para una unidad de entrada la señal de entrada y la señal de salida son las mismas y son nombradas x_i .
V_{oj}	Sesgo en la unidad escondida j .
Z_i	Unidad escondida j : La red de entrada a Z_j es denotado como z_in_j : $z_in_j = v_{oj} + \sum_i x_i v_{ij} \tag{2}$ La señal de salida (de activación) de Z_j es denotado como z_j : $z_j = f(z_in_j) \tag{3}$
W_{ok}	Sesgo en la unidad de salida k .
Y_k	Unidad de salida k : La red de entrada a Y_k es denotado por y_in_k : $y_in_k = w_{ok} + \sum_j Z_j W_{jk} \tag{4}$ La señal de salida (de activación) de Y_k esta denotada por: $y_k = f(y_in_k) \tag{5}$

Esta tabla muestra la nomenclatura de las variables utilizadas en el desarrollo de la herramienta.

Función de Activación

La función de activación es un elemento importante que contiene cada red neuronal artificial. A través de ella se calcula el nivel de activación de cada neurona, en otras palabras, se calcula la intensidad de la respuesta de cada neurona ante los estímulos que recibe. Por ejemplo, la intensidad con la que un directivo quiere atacar el mercado depende de cómo ha evaluado la información actual del mismo, si éste presenta un incremento en el número de consumidores, existe un incremento en la tasa de crecimiento del mercado y hay pocos competidores, es altamente probable que el directivo opte por una postura altamente ofensiva en el mercado. Sin embargo, si la información que recibe el directivo muestra que la tasa de crecimiento del mercado ha disminuido y que los competidores han ido desertando, es más probable que el directivo opte por una postura más conservadora para su empresa.

La función de activación que se eligió utilizar en la red de retropropagación de esta herramienta es una función sigmoidea bipolar, la cual está representada en la fórmula 2.

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-\sigma x}} - 1 \tag{6}$$

$$f'(x) = \frac{\sigma}{2} [1 + f(x)][1 - f(x)] \tag{7}$$

Información de Salida de la Herramienta para Soporte de Decisiones

La información que esta herramienta entregará al administrador le indicará que estrategia o estrategias complementarias conviene poner en práctica dentro de la organización para reforzar la estrategia principal, con base en los objetivos deseados y la información interna y externa de la empresa, además de dar una evaluación no subjetiva de las decisiones previamente tomadas. Dichas salidas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Variables de Salida

Unidad de salida	Estrategia	Descripción
O ₁	Estrategias de cooperación	Esta salida indicará que, dado el entorno interno y externo de la empresa, es conveniente realizar una alianza estratégica. Entendiendo como alianza estratégica el acuerdo sinérgico por el cual dos o más organizaciones se comprometen a cooperar en la realización de una actividad empresarial, donde cada uno aporta diferentes fortalezas y capacidades (McSweeney-Feld et al, 2010).
O ₂	Estrategias de fusión y adquisición	Este indicador recomienda al líder administrativo el considerar la posibilidad de fusionarse con un igual o adquirir una empresa para absorber sus operaciones. Ambos con el objetivo de fortalecer las competencias, la competitividad de la empresa y abrir caminos para nuevas oportunidades comerciales (Thomson et al, 2008).
O ₃	Estrategias de integración vertical	Esta salida recomienda implementar una estrategia de integración vertical. La cual consiste en operar en más etapas de la cadena de valor de la industria, es decir consiste en extender el horizonte competitivo y operativo de una empresa en la misma industria (Thomson et al, 2008). Ocurre cuando una firma produce sus propias entradas o salidas en su canal de distribución (Peyrefitte et al, 2002).
O ₄	Estrategias de subcontratación	Este indicador propone al líder administrativo seguir una estrategia de subcontratación. La cual consiste en eliminar algunas actividades de la cadena de valor para encargarlas a especialistas externos y aliados estratégicos.
O ₅	Estrategias ofensivas	Esta salida indicará que, dadas las condiciones existentes en el mercado, la empresa debe de adoptar una posición estratégica ofensiva e incorporar varios comportamientos y principios tales como: 1) centrarse en construir una ventaja competitiva y esforzarse por convertirla en una decisiva, 2) emplear el elemento sorpresa, 3) aplicar recursos para los cuales los competidores estén menos preparados para defenderse y 4) manifestar una fuerte tendencia al cambio.
O ₆	Estrategias defensivas	Esta salida previene al líder de que existe una eminente amenaza por parte de los competidores, reduciendo el riesgo de ser blanco de ataques y debilitando el efecto de toda ofensiva que se reciba. Sugerirá bloquear las rutas abiertas a los contendientes.
O ₇	Estrategias basadas en tecnologías y sistemas de información	Este indicador sugiere al líder administrativo usar efectivamente las tecnologías de la información en toda área donde estas sean utilizadas, aplicar o rediseñar sus estrategias de internet e inclusive invertir en una nueva tecnología.

Esta tabla muestra las posibles salidas que la herramienta entregará al líder administrativo como soporte en la toma de decisiones.

Las variables especificadas en la Tabla 4 constituyen el vector de salida que se muestra en la fórmula 8.

$$Y = (O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6, O_7) \tag{8}$$

Esta herramienta no busca sustituir a los líderes administrativos o empresariales en la toma de decisiones, sino permitir o detonar su talento dándoles una herramienta que encuentre relaciones ocultas y que preserve el aprendizaje a pesar de los cambios. En la salida se indicará cual o cuales estrategias pueden complementar a la estrategia actual para enriquecerla. El líder administrativo es quien se encargará de tomar la decisión sobre qué acciones llevar a cabo, puede tomar en cuenta una área de oportunidad de aquellas que el sistema a evaluado como viables, o puede desarrollar una estrategia basada en un complemento entre varias de las estrategias seleccionadas. La red neuronal te permite despreocuparte por recabar la información y por encontrar la relación que existe entre las variables, porque ella se encarga de encontrarla aunque ésta sea no lineal. Sin embargo, se tiene que proveer de información, la cual se va adquirir de información de eventos pasados y teóricos. Es decir, cuáles eran los métricos que se tenían

cuando se estaban aplicando ciertas estrategias, cuál era la información de entrada y qué se estaba obteniendo en la salida.

Procedimiento de Aplicación

Una característica importante de las redes neuronales es que permiten flexibilidad, adaptabilidad y aprendizaje del entorno. Es decir esta herramienta es genérica y se puede usar en empresas de cualquier ramo, lo que la va adecuar a un ambiente específico es el entrenamiento que se le dé. Es por esta razón que el entrenamiento es parte fundamental del diseño de la misma. Dicho entrenamiento consiste en proveerle conocimiento a la red para que aprenda de su ambiente y una vez que esté entrenada va a tener la capacidad para tomar decisiones y evaluarlas en tiempo real. Para entrenar la red se requiere proporcionarle información ideal teórica e información pasada sobre las estrategias tomadas anteriormente, los indicadores de ese momento y el resultado que se obtuvo. Esto es equivalente al periodo de capacitación que se le da al personal antes de iniciar con cierta actividad, se les informa sobre las actividades que van a desempeñar e inclusive se les dan sugerencias basadas en estudios o en la experiencia sobre cómo realizar cierta tarea. El primer paso que se debe realizar para aplicar esta herramienta en una empresa es el proceso de entrenamiento de la misma. Para este proceso se seguirá el procedimiento que se muestra en la Tabla 5.

Una vez entrenada la herramienta el segundo paso a realizar es el de la aplicación de la misma. En este paso se emplea el vector de entrada (X), el cual contiene la situación actual de la empresa, y únicamente se realiza la etapa forward del procedimiento de aprendizaje. Todo esto con el propósito de calcular el vector de salida (Y), el cual contiene las variables que representan las oportunidades estratégicas que el líder administrativo puede utilizar en el proceso de toma de decisiones para mejorar las estrategias actuales de la empresa y ser más competitivos. Así mismo, también sirve para evaluar la situación actual de la corporación.

La herramienta se va a encargar de aprovechar la infraestructura de sistemas de información con los que cuenta la organización, con el objetivo de recopilar todos los datos de entrada que ésta requiere. De esta manera, la única actividad que tiene que realizar el directivo o líder administrativo, una vez entrenada la herramienta, es la de revisar los indicadores que le servirán como soporte en las decisiones estratégicas que se tomen dentro de la organización.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En conclusión a través del diseño de esta herramienta se encontró que el uso de redes neuronales artificiales proporciona un soporte importante en las decisiones estratégicas que se realizan en una empresa. Con este trabajo proporcionamos un diseño con los atributos de flexibilidad, adaptabilidad y capacidad de aprendizaje, ya que su entrenamiento previo permite que la herramienta sea adaptada a cualquier entorno empresarial, esto representa una salida conveniente sobre el tipo de estrategia complementaria que se puede tomar para reforzar la estrategia principal y encontrar los aciertos y errores que la empresa experimentó.

Además, el diseño tiene tolerancia a fallos, esto significa que en caso de haber una anomalía en alguna de las variables de la información de entrada, la herramienta tendrá un margen de error que no permitirá que la salida se vea afectada.

Tabla 5: Algoritmo de Entrenamiento

Paso	Descripción
Paso 1	Construir todos los vectores de entrada, información teórica (x_T) y pasada (x_P), para entrenamiento con sus respectivos vectores de salidas objetivo (t). Inicializar los pesos (v_{ij} , w_{jk}) con pequeños valores aleatorios en un rango de -0.05 a 0.05.
Paso 2	Para cada par de entrenamiento (vector de entrada de entrenamiento con su respectivo vector de salida objetivo) se va a seguir el siguiente procedimiento: Iniciar la fase forward. Calcular la entrada neta hacia cada neurona de la capa escondida. $z_{in_j} = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \tag{2}$ Aplicar la función de activación, función sigmoidea bipolar, en cada neurona de la capa escondida para calcular su respectiva señal de salida. $z_j = f(z_{in_j}) \tag{3}$ Calcular la entrada neta hacia cada neurona de la capa de salida. $y_{in_k} = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \tag{4}$ Aplicar la función de activación, función sigmoidea bipolar, en cada neurona de la capa de salida para calcular su respectiva señal de salida. $y_k = f(y_{in_k}) \tag{5}$ Iniciar Etapa Backward. Calcular la porción del ajuste del peso de la corrección del error (δ_k) que existe entre la señal de salida calculada y el valor de la salida objetivo. $\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \tag{9}$ Calcular el término de corrección de pesos (Δw_{jk}) que será utilizado para actualizar los pesos (w_{jk}) posteriormente. $\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \tag{10}$ Calcular el término de corrección del sesgo (Δw_{ok}), el cual posteriormente se utilizará para modificar el sesgo. $\Delta w_{ok} = \alpha \delta_k \tag{11}$ Para cada unidad escondida sumar sus entradas delta. $\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \tag{12}$ Calcular el término de información de error (δ_j). $\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \tag{13}$ Calcular el término de corrección de pesos (v_{ij}) para posteriormente actualizar el valor de v_{ij} $\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \tag{14}$ Calcular el término de corrección del sesgo (v_{oj}) el cual será utilizado posteriormente para modificar el sesgo. $\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j \tag{15}$ Modificar los pesos (w_{jk} y v_{ij}) y los sesgos (w_{ok} y v_{oj}). $w_{jk}(new) = w_{jk}(old) + \Delta w_{jk} \tag{16}$ $v_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij} \tag{17}$
Paso 3	Finalizar entrenamiento

Esta tabla muestra el procedimiento de entrenamiento de la red neuronal artificial de retropropagación

En el cerebro humano, cuando una neurona muere las demás absorben su conocimiento y le permiten al cerebro seguir funcionando, esto describe de manera muy cercana la tolerancia a fallos que tiene la herramienta y el proceso que deseáramos que ocurriera dentro de una empresa sobre la conservación del conocimiento. En consecuencia, las redes neuronales artificiales resultan muy útiles en entornos que van más allá de simples pronósticos numéricos y procesos estadísticos. El diseño de herramienta de planificación estratégica propuesto internamente hace uso de dichos pronósticos y procesos estadísticos, pero también diagnostica y define soluciones a problemas de estrategia tomando en cuenta el contexto competitivo en el que se encuentra la empresa y la identificación de fortalezas y debilidades de la misma, proporcionándole una dimensión adicional necesaria para los cada vez más dinámicos y poco predecibles ambientes empresariales.

Esta herramienta no sustituye al directivo o líder administrativo encargado de la toma de decisiones sino que ayuda a potencializar sus capacidades ayudándole a encontrar las relaciones no evidentes entre variables, además de conservar el conocimiento generado en la empresa, facilitando el proceso de aprendizaje de un nuevo directivo o líder. Todo esto con el objetivo de, a través del aprovechamiento máximo de las capacidades del directivo, poder alcanzar una posición altamente competitiva en la empresa.

Finalmente en futuras investigaciones se tiene planeado llevar el desarrollo teórico de esta herramienta a una fase de implementación y prueba. Se seleccionaran entornos académico y empresarial para ser probada por un grupo de expertos en administración estratégica, los cuales podrán medir tanto cualitativamente como cuantitativamente los beneficios de la herramienta estratégica basada propuesta y calificar su desempeño.

REFERENCIAS

- Barnes, J. (1984). Cognitive Biases and Their Impact on Strategic Planning. *Strategic Management Journal*, 5(2), 129. Obtenido en octubre 26, 2010, de ABI/INFORM Global. (Document ID: 7120319).
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of Neural Networks*. (1ª Ed). E.U.A. Prentice-Hall. (pp 1- 38).
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks A comprehensive foundation*. (2ª Ed). E.U.A. Prentice-Hall. (pp 1- 49).
- Kanooni, A. (2009). *Organizational factors affecting business and information technology alignment: A structural equation modeling analysis*. Ph.D. dissertation, Capella University, United States -- Minnesota. Obtenido en mayo 27, 2010, de Dissertations & Theses: Full Text.(Publication No. AAT 3344529).
- Klayman, J. , & Schoemaker, P. (1993). Thinking about the future: A cognitive perspective. *Journal of Forecasting*, 12(2), 161. Obtenido en junio 17, 2010, de ABI/INFORM Global. (Document ID: 586482).
- Laudon K. & Laudon J. (2002). *Management Information Systems Managing the Digital Firm*. (7ª Ed). E.U.A. Pearson Prentice-Hall. (pp 401- 465).
- Laudon k. & Laudon J. (2006). *Management Information Systems Managing the Digital Firm*. (9ª Ed). E.U.A. Pearson Prentice-Hall. (pp 70- 111, 414-455).
- Lin, B. (2004). *Applications of Neural Networks in Marketing Decision Making*. Ph.D. dissertation Louisiana State University Shreveport. Obtenido en julio 27, 2010. De: <http://www.sbaer.uca.edu/research/swma/1995/pdf/24.pdf>

McSweeney-Feld, M., Discenza, S., & De Feis, G. (2010). Strategic Alliances & Customer Impact: A Case Study Of Community Hospitals. *Journal of Business & Economics Research*, 8(9), 13-21. Obtenido en agosto 3, 2010, from ABI/INFORM Global. (Document ID: 2141082371).

Oracle. (2010). Oracle E-Business Suite. Referencia en línea. Recopilado en septiembre 22, 2010. En: <http://www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/index.htm>

Patrick C., Hui K., Chan K., Yeung, & Frency S. (2007). Application of artificial neural networks to the prediction of sewing performance of fabrics. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19(5), 291-318. Obtenido en agosto 18, 2010, from ABI/INFORM Global. (Document ID: 1347184001).

Peyrefitte J., Golden P., & Brice J. Jr. (2002). Vertical integration and economic performance: A managerial capability framework. *Management Decision*, 40(3), 217-226. Obtenido en julio 28, 2010, from ABI/INFORM Global. (Document ID: 259627451).

Philip, G. (2007). IS Strategic Planning for Operational Efficiency. *Information Systems Management*, 24(3), 247-264. Obtenido en octubre 26, 2010, from ABI/INFORM Global. (Document ID: 1314618981).

Porter, M. (1998). *Estrategia Competitiva: Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia*. México: Continental.

Pretorius, M. (2008). When Porter's generic strategies are not enough: complementary strategies for turnaround situations. *The Journal of Business Strategy*, 29(6), 19-28. Obtenido en julio 15, 2010, from ABI/INFORM Global. (Document ID: 1582844661).

SAP. (2010). Business Management Software Solitions Applications and Services. Referencia en línea. Recopilado en octubre 19, 2010. En: <http://www.sap.com/index.epx>

Thompson A., Strickland III, & Gamble J. (2008). *Administración Estratégica (15ª Ed)*. México: McGrawHill.

Salem, M. (2005). The Use of Strategic Planning Tools and Techniques in Saudi Arabia: An Empirical study. *International Journal of Management*, 22(3), 376-395,507. Obtenido en agosto 20, 2010, de ABI/INFORM Global. (Document ID: 905476821).

Sundin S., & Braban-Ledoux C. (2001). Artificial Intelligence–Based Decision Support Technologies in Pavement Management. *Computer-Aided Civil & Infrastructure Engineering*, 16(2), 143. Obtenido de Academic Search Premier database.

BIOGRAFÍA

Ing. Aracely Madrid es estudiante de Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Chihuahua. Ella puede ser contactada en ITESM, campus Chihuahua, Av. Heróico Colegio Militar 4700, Col. Nombre de Dios, Chihuahua, Chih, México C.P. 31300. Tel +52 (614) 439 50 00 Ext. 5523. Correo electrónico amadrid@chi.itesm.mx

Ing. Adrián Chaparro es estudiante de Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Chihuahua. Él puede ser contactado en ITESM, campus Chihuahua, Av. Heróico Colegio Militar 4700, Col. Nombre de Dios, Chihuahua, Chih, México C.P. 31300. Tel +52 (614) 439 50 00 Ext. 5523. Correo electrónico achaparro@chi.itesm.mx

Dr. Raime Bustos es el Director Adjunto del Parque de Innovación y Transferencia de Tecnología del ITESM campus Chihuahua. Él puede ser contactado en ITESM, campus Chihuahua, Av. Heróico Colegio Militar 4700, Col. Nombre de Dios, Chihuahua, Chih, México C.P. 31300. Tel +52 (614) 439 50 00 Ext. 5503. Correo electrónico raime.bustos@itesm.mx.

Dr. Antonio Ríos es el Director del Parque de Innovación y Transferencia de Tecnología del ITESM campus Chihuahua.. Él puede ser contactado en ITESM, campus Chihuahua, Av. Heróico Colegio Militar 4700, Col. Nombre de Dios, Chihuahua, Chih, México C.P. 31300. Tel +52 (614) 439 50 00 Ext. 5501. Correo electrónico antonio.rios@ itesm.mx