

**Sistema de predicción financiera para hoteles mediante Redes
Neuronales Artificiales**

***System of financial prediction for hotels intervening Neuronal
Artificial Networks***

Autores:

Liz Pérez Martínez, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, MES, Autopista Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, CP: 40100, lizy.perez@umcc.cu

Larisa Garriga González, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, MES, Autopista Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, CP: 40100, larisa.garriga@umcc.cu

Mairene Benítez Miranda, Delegación de Ciencia, Tecnología e Innovación de Matanzas, CITMA, Calle Milanés No 28006, entre Jovellanos y Matanzas, Matanzas, Cuba, CP: 40100, mairene@delegaci.atenas.inf.cu

RESUMEN:

El sector hotelero se ha convertido en un auténtico campo de desarrollo socio-económico, y por ende, en un factor de vital importancia en el desarrollo turístico; por lo que adoptar adecuados enfoques económicos - financieros para lograr un mejor desempeño del mismo constituyó una tarea inminente. La utilización de herramientas tecnológicas como parte de esta misión jugó un papel decisivo, la aplicación de Redes Neuronales Artificiales permitió capturar los patrones económicos-financieros pasados y replicarlos, además de realizar estimaciones con datos nuevos o fuera de muestra, así como inferir comportamientos y resultados futuros, en aras de anticipar posibles situaciones de deterioro que comprometan la estabilidad y solvencia de la industria hotelera cubana. Por lo que podemos afirmar que la implementación de herramientas predictivas constituye un paso significativo hacia al objetivo estratégico de convertir información en conocimiento, evidentemente dicho conocimiento será trascendental para un mejor futuro del sector turístico.

Palabras clave: Indicadores económico-financieros, redes neuronales artificiales, predicciones económica-financieras.

ABSTRACT:

The hotels sector has become an authentic field of socioeconomic development, and as a consequence, in an important factor in tourist development; for that embracing adequate economic focuses to achieve a better performance he constituted an imminent task. The utilization of technological tools like part of this mission played a decisive role, the application of Neuronal Artificial Networks it permitted capturing the economic indicators existents and reply to them, they possibilities too to accomplish esteems with new data or out of sign, as well as inferring behaviors and worked out futures, for the sake of anticipating possible situations of deterioration that they compromise the stability and solvency of Cuban hotels. For what we can affirm that the implementation of predictive tools constitutes a significant step toward to the strategic objective to turn information into knowledge, evidently, knowledge will be transcendental for a better future of tourism sector.

Key words: Economic indicators, neuronal artificial networks, predictions cheap to run.

INTRODUCCIÓN:

El sector hotelero se ha convertido en un auténtico campo de desarrollo socio-económico, y por ende, en un factor de vital importancia en el desarrollo turístico; debido a esto, se hace imprescindible adoptar adecuados enfoques económicos - financieros que lo lleven a insertarse en una economía internacional, que se manifiesta en constante cambio.

El Sistema Contable como eje principal de toda la actividad económica y financiera de un hotel tiene su expresión de resultado final en el momento en que se elaboran y presentan los Estados Financieros. Desde la perspectiva de la organización informan acerca de su posición en un punto en el tiempo y acerca de sus operaciones con relación a algún período anterior. Sin embargo, el valor real radica en el hecho de que dichos documentos pueden usarse para ayudar a predecir las utilidades y dividendos futuros del hotel. Desde el punto de vista de un inversionista, el análisis de la base informativa de los estados financieros sirven para la predicción del futuro, mientras que desde el punto de vista de la administración, el análisis es útil como una forma para anticipar condiciones posteriores y, lo que es más importante, como punto de partida para la planeación de aquellas operaciones que hayan de influir sobre el curso de los eventos, por lo que repercuten en la toma de decisiones.

En el proceso de análisis e interpretación de los estados financieros, resulta de vital importancia la selección de los indicadores y ratios que permitan medir de forma más eficiente el resultado de la gestión económico- financiera en correspondencia a las particularidades que definen los procesos productivos o de servicios. No debe perderse de vista que los indicadores en si no constituyen un fin, sino que sus resultados son el efecto de diversas causas que se generan en los procesos y que por ello es imprescindible su adecuada interpretación para la toma de decisiones que posibiliten la solución de los problemas.

(Gómez, 2010) es de la opinión de que las finanzas y la dirección financiera de las empresas cambiarán radicalmente en este siglo, especialmente debido a las conexiones existentes entre los asuntos económico-financieros y la crisis global actual [1]. Ésta última, afirman muchos investigadores (Martínez, 2010; Montoro y Nadal, 2009; Nadal, 2008), constituye el acontecimiento económico y social más importante de las últimas décadas. Lo mejor que podemos hacer es extraer algunos aprendizajes de la experiencia que nos ha tocado vivir para prevenir problemas similares en el futuro y, por qué no decirlo, cambiar algunos comportamientos, pues la actual crisis no obedece a causas meteorológicas, naturales o bélicas [2; 3; 4].

En el camino hacia la búsqueda de soluciones y la prevención de la crisis en el futuro, algunos investigadores como (Selva y Espinosa, 2009) afirman que en el mundo actual se hace imprescindible el uso de herramientas y procesos que ayuden al correcto desenvolvimiento de las entidades empresariales en lo que a su gestión económica y financiera se refiere. Naturalmente, también en otras áreas de la dirección organizacional, pues la empresa es una solamente, que funciona como un sistema integrado de elementos y procesos interconectados [5].

Para (Fernández, 2001; Núñez, 2005; Peláez, 2005 y Pérez, 2007) las nuevas tecnologías también deben aplicarse con mayor rigor, ética y eficiencia en la dirección financiera de las empresas, para hacer posible una administración más rápida y permitir también la gestión de la información y la de los propios procesos financieros, en tiempo real. La tecnología permite la realización y evaluación de simulaciones, proyectos, presupuestos, etc. [6; 7; 8; 9].

Para (Cáceres y Palacios, 2011) la importancia de contar con herramientas que cumplan eficientemente con esta función, radica principalmente en la aplicación de medidas oportunas que puedan ayudar a mejorar o consolidar la solidez financiera de la entidad o en última instancia minimizar los costos económicos de una posible crisis [10].

La ausencia en el sector hotelero de una herramienta informática que permita el estudio de los estándares de comportamiento a nivel de organización dificulta poder definir con qué recursos opera o cuál presenta mayor solidez en su estructura financiera. De ahí que el objetivo que se persigue es plantear un sistema de indicadores económico- financieros, su base informativa y sus estándares, que refleje anticipadamente el ejercicio de la hotelería y por ende posibles situaciones de deterioro que comprometan su estabilidad y solvencia.

En este sentido, la temática de predicción financiera ha sido ampliamente abordada desde diferentes ópticas, no obstante el análisis central está enfocado en los indicadores que tengan una incidencia directa y anticipada sobre el desempeño de las entidades.

Sobre este aspecto algunos trabajos emplean indicadores macroeconómicos y de vulnerabilidad para anticipar situaciones de crisis. Tal es el caso de los costarricenses (Duran y Montero, 1999) que realizan un seguimiento a indicadores compuestos por variables económicas y financieras para detectar crisis bancarias [11].

Otros autores centran su atención en variables microeconómicas para anticipar episodios de crisis, (Fidrmuc y Johann, 2009) para el caso de Rusia utilizan información contenida en las hojas de balance de los bancos, su análisis hace énfasis sobre las condiciones de iliquidez para explicar este hecho [12].

De referencia obligatoria son los estudios realizados por (Serra y Zuñiga, 2002) y (Pineda y Piñeros, 2009). En el primer caso, los autores además de incluir variables macroeconómicas emplean un conjunto de variables microeconómicas basados en el método CAMEL (Capital, Activos, Administración, Utilidades y Liquidez) para anticipar situaciones de fragilidad bancaria. En el segundo caso se presenta un indicador que resume el desempeño de los establecimientos de crédito, la información también incluye las áreas de evaluación del método CAMEL y por ende la información de las hojas de balance de los bancos. Ambos trabajos pretenden predecir situaciones de stress y no así situaciones de quiebra bancaria que es la instancia final de una crisis y donde las medidas o acciones son bastante limitadas [13; 14].

Para dar cumplimiento a nuestro objetivo se emplea como método principal Redes Neuronales Artificiales (RNA) dada su capacidad de capturar los patrones pasados y replicarlos, además de realizar estimaciones con datos nuevos o fuera de muestra, así como de inferir comportamientos y resultados futuros.

Se seleccionaron además, un conjunto de indicadores financieros de un hotel, que constituyeron la fuente de insumo de la red. Así como se utilizó la herramienta WEKA para el entrenamiento de la RNA y para la predicción de comportamientos en los indicadores escogidos.

El resultado esperado de esta investigación es contar con una herramienta que permita la automatización de los indicadores económico-financieros, que constituya un instrumento para la toma de decisiones.

MÉTODOS:

El Aprendizaje Automático tiene como objetivo desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender. Se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información no estructurada suministrada en forma de ejemplos. Es un proceso de inducción del conocimiento. El Aprendizaje Automático puede ser visto como un intento de automatizar algunas partes del Método Científico mediante métodos matemáticos [15].

Sobre esta base opera el método seleccionado para esta investigación:

Redes Neuronales Artificiales.

Como se mencionó, muchos son los que han profundizado en el análisis indicadores financieros cuyo comportamiento pudieran contribuir a establecer cualquier tipo de situación financiera. Para este propósito, la identificación de patrones constituye un proceso esencial, ya que comportamientos fuera de lo "normal" o cambios en los indicadores seleccionados podrían ser señales de alerta temprana.

Las Redes Neuronales Artificiales (en lo adelante RNA) son una herramienta que permite capturar y modelar patrones de comportamiento. Son una simulación de las propiedades observadas en los sistemas neuronales biológicos a través de modelos matemáticos recreados mediante mecanismos artificiales. Su principal ventaja radica en la habilidad de aprender, identificar dependencias y patrones con base en información existente, de manera que el conocimiento adquirido pueda ser generalizado a muestras no observadas.

La RNA es un elemento que posee un estado interno (nivel de activación) que recibe señales que le permiten cambiar de estado. Es decir, posee una función de activación que de acuerdo a la información recibida determinará si la neurona cambia o no de estado.

Una RNA es una colección de neuronas interconectadas, agrupadas en capas. Una RNA recibe valores de entrada (x_1, x_2, \dots, x_i) a través de sus neuronas representadas en la *Figura 1* por círculos. Las entradas (inputs) son multiplicados por las respectivas ponderaciones (w) las cuales a su vez expresan la importancia relativa de cada input en la determinación de la salida (output), esta información es evaluada por una función de activación $f(z)_i$ la cual determinará el resultado final (output) y_y .

En un sentido estrictamente lineal, el resultado y para el momento t podría presentarse de la siguiente manera: $y_t = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n = \sum_{i=1}^n w_ix_i$. Definido de manera vectorial: $y = x^t w$.

El tipo de red seleccionado para el modelo es el perceptron multicapa. Su flexibilidad permite que esta red sea aplicada a casos complejos de clasificación, control discreto, predicción de series temporales entre otros.

Arquitectura y aprendizaje.

La arquitectura de la red utilizada es el perceptron multicapa, que se caracteriza por tener sus neuronas agrupadas en capas de diferentes niveles. Se diferencian tres capas: la capa de entrada, las capas ocultas y la capa de salida como se observa en la *Figura2*, donde las conexiones del perceptron están dirigidas hacia adelante, es decir, las neuronas de una capa se conectan con las neuronas de la siguiente capa. De ahí que reciben el nombre de redes alimentadas hacia adelante o redes feedforward.

Las neuronas de la capa de entrada son las encargadas de recibir los patrones o señales que provienen del exterior y propagar dichas señales a todas las neuronas de la siguiente capa. Las neuronas de las capas ocultas realizan un procesamiento no lineal de los patrones recibidos y finalmente la última capa actúa como salida de la red, proporcionando la respuesta final de la red para cada patrón.

El aprendizaje de la RNA está basado en ajustes graduales que se producen en w , hasta localizar los valores precisos que la capacite para la resolución eficiente de un problema. Se puede considerar que el conocimiento se encuentra representado en la magnitud de w entre neuronas y que la RNA aprende modificando los valores de w .

El objetivo básico del aprendizaje radica en la reducción de la magnitud de los errores (e) entre un objetivo (target) y la salida (output). En términos de un problema de minimización se tiene:

$$\text{Min}_w E$$

Donde W es el conjunto de parámetros de la red y E una función de error que evalúa la diferencia entre las salidas de la red y las salidas deseadas. La función está definido como:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N e(n)$$

Donde N es el número de patrones y $e(n)$ el error cometido por la red para el patrón n , dado por:

$$e(n) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_c} (s_i(n) - y_i(n))^2$$

Donde $Y(n) = (y_1(n), \dots, y_{n_c}(n))$ y $S(n) = (s_1(n), \dots, s_{n_c}(n))$ son los vectores de salidas de la red y salidas deseadas para el patrón n respectivamente.

Si W^* es un mínimo de E , en dicho punto el error es próximo a cero, lo cual implica que la red es próxima a la salida deseada, alcanzando así la meta de regla de aprendizaje.

Normalmente la etapa de aprendizaje implica la introducción paulatina de todos los ejemplos siguiendo un determinado esquema, una vez concluido se comprueba si ha cumplido cierto criterio de convergencia. No obstante, es posible asumir que el aprendizaje ha terminado cuando w permanece estable $\frac{dw_i}{dt} = 0$.

Asimismo, es altamente deseable que una RNA posea una óptima capacidad de generalización (capacidad de la red para responder correctamente a nuevos patrones, observaciones fuera del conjunto de entrenamiento) para lo cual es preciso que la información sea separada de forma aleatoria en dos conjuntos: el primero denominado de entrenamiento, que sirve para entrenar a la red propiamente y es utilizado en los ajustes de w ; y el conjunto de validación, que está destinado a medir la capacidad y eficacia de la RNA, si el error sobre los datos de validación es pequeño queda comprobada la capacidad de generalización de la red.

De modo que para evaluar los errores se emplearon los siguientes indicadores: Error Cuadrático Medio (RMSE), Desviación Media Absoluta (MAD), Porcentaje de Error Medio Absoluto (MAPE) y el coeficiente U-Theil.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}} \quad MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| (100)}{n} \quad U - Theil = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (\hat{y}_{t+1} - y_{t+1})^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (y_{t+1} - y_t)^2}}$$

Herramientas tecnológicas.

Se utilizó la herramienta Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis - Entorno para Análisis del Conocimiento de la Universidad de Waikato, Nueva Zelanda) para entrenar la RNA, así como para realizar las predicciones surgidas a partir del conjunto de entrenamiento. WEKA constituye una herramienta potente para la predicción de comportamiento ya que posee una colección de algoritmos para análisis de datos y modelado predictivo. En este caso se utilizó la versión Weka 3.6.0.

Sistema de indicadores económico-financieros.

Necesitamos ver los indicadores como puntos de referencia que brindan información cualitativa o cuantitativa, que persigue reflejar no solo el comportamiento de cada una de las variables económicas y financieras del hotel, sino que se analiza la relación y la interdependencia entre ellas. Además de medir los resultados de manera absoluta y relativa, para precisar las variaciones y las causas que las determinen, posibilitando con ello tomar decisiones en el empeño de mejorar la planeación y la ejecución sistemáticamente.

Los indicadores financieros constituyeron el insumo de la RNA, los mismos se obtuvieron de los estados de resultados de un hotel en un periodo de cinco años (2009-2013) y se clasificaron en cuatro grandes grupos.

1. Indicadores de liquidez. Enfocado en medir la capacidad del hotel para el pago de sus obligaciones de corto y largo plazo, determinar el nivel de endeudamiento, el peso de los gastos financieros en el estado de resultado y el nivel de apalancamiento financiero.
2. Indicadores de endeudamiento. Miden el nivel de financiamiento, determinando en qué porcentaje participan los acreedores dentro del sistema de financiación, igualmente medir el riesgo que corren los acreedores, los dueños y da información importante acerca de los

cambios que se deben hacer para lograr que el margen de rentabilidad no se perjudique por el alto endeudamiento que tenga el hotel.

3. Indicadores de actividad o de rotación. Miden la eficiencia del hotel en la utilización de sus activos, se utiliza un análisis dinámico comparando las cuentas de balance (estáticas) y las cuentas de resultados (dinámicas). Este indicador es importante para identificar los activos improductivos y enfocarlos al logro de los objetivos financieros.

4. Indicadores de rendimiento o de rentabilidad. Miden la efectividad que tiene la administración en el manejo de los costos y gastos, buscando que el margen de contribución sea alto y obtener así un margen neto de utilidad favorable para la compañía.

RESULTADOS:

A partir de una base de datos con el conocimiento financiero del hotel para los años 2009-2013, se extrajeron los indicadores de liquidez, endeudamiento, actividad y rendimiento, que formaron la base de patrones de aprendizaje. Seleccionamos para cada conjunto de entrenamiento tantas neuronas de entrada como la cantidad de instancias del indicador a analizar (comportamiento mensual, trimestral y anual) y una neurona en la capa de salida, que es la que distinguió el estado financiero del hotel para ese ratio. Después comenzó la fase de aprendizaje, en la que la red neuronal se ajusta una función matemática que trata de minimizar los errores, mediante un proceso de cálculo numérico iterativo, constituyendo este proceder una de las ventajas de la utilización de RNA ya que garantiza el pronóstico con menor error e incluye opciones de eliminar variables que distorsionan la predicción. Posteriormente se hizo un test con datos del hotel que no utilizamos para entrenar (estados de resultado del hotel en el año 2014), del cual deriva la puntuación obtenida por el mismo. Finalmente se realizó un análisis técnico para validar el correcto funcionamiento de la red. Uno de los métodos más utilizados para el análisis económico financiero es el Método de Comparación. No es posible interpretar el comportamiento actual y determinar si el indicador muestra una situación favorable o desfavorable, si no se han tenido en cuenta ciertos elementos de comparación. Una vez comparados los datos originales con los generados por la red, se pudo constatar que la misma replicó las series originales óptimamente, el siguiente cuadro presenta la evaluación de los errores del modelo:

	% Error
RMSE	0.03923
MAD	0.03234
MAPE	4.14167
U-Theil	0.29462

Tabla 1: Errores del modelo

Cuando se compararon los estados financieros homogéneos del hotel en el período señalado, fue posible determinar correlaciones entre los diferentes indicadores, y emitir criterios acertados para evaluar la situación de la entidad en cuestión.

DISCUSIÓN:

La automatización del sistema de indicadores financieros en los hoteles permite la obtención de información implícita en los mismos, ya que facilita un análisis especialmente diseñados para las condiciones del hotel. Posibilita además, una mejor valoración de sus finanzas para la realización de actividades futuras en el destino turístico. Con la aplicación de las RNA los valores de la predicción han sido derivados de la simulación y no de la subjetividad de los investigadores, lo cual provee de solidez y rigor en la toma de decisiones, abriendo un mayor espectro para su uso a partir de sus propiedades estadísticas.

El uso de técnicas de Inteligencia Artificial, específicamente las RNA, en pronósticos financieros en la rama hotelera cubana, posibilita mejorar las técnicas de predicción en el sector turístico y hace más fácil su aplicación ya que no es necesario ser especialistas en estadísticas.

De acuerdo al porcentaje de error de nuestra red, podemos afirmar que la misma está en condiciones de predecir comportamientos futuros a partir de la evolución histórica de los estados financieros.

CONCLUSIONES:

Es primordial para el sector turístico en sentido general, y la rama hotelera en nuestro caso, la existencia de herramientas que posibiliten el estudio de los comportamientos de sus indicadores económicos-financieros, con el fin de anticipar posibles situaciones de deterioro que comprometan su estabilidad y solvencia. Para ello se definieron un grupo de ratios financieros que evalúan los parámetros fundamentales del desempeño económico de la entidad y que constituyen el principal insumo del método.

El método se basa en RNA para capturar los patrones ocurridos, replicarlos y realizar estimaciones con datos nuevos o fuera de muestra. Asimismo, las magnitudes de tendencia y escala permiten inferir sobre el comportamiento futuro.

Por lo que se hace necesario reafirmar que la implementación de herramientas predictivas constituye un paso significativo hacia al objetivo estratégico de convertir información en conocimiento. Evidentemente dicho conocimiento será trascendental para un mejor futuro turístico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. GÓMEZ, F. Presente y futuro de las finanzas: situaciones y perspectivas de las finanzas a comienzos del siglo XXI. Revista de contabilidad y dirección, 10, 53-78, 2010.
2. MARTÍNEZ, J. A. Crisis económica, globalización y naturaleza humana. Contribuciones a la economía, 2010. [Consulta: 10 de octubre de 2011]. Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2010b/jamg.htm/>

3. MONTORO, C. y NADAL, Á. La crisis del paro, de las empresas y de las finanzas públicas. 2009. págs. 34-37.
4. NADAL, A. La crisis financiera en Estados Unidos. s.l.: Información comercial española. ICE, 2008. págs. 19-20.
5. SELPA, A y ESPINOSA, D. La gestión del capital de trabajo como proceso de la gestión financiera operativa. Revista Gestión joven, págs. 24-33, 2009.
6. FERNÁNDEZ, A. Las nuevas tecnologías: una herramienta de gestión financiera. Revista Actualidad financiera, págs. 35-52, 2001.
7. NÚÑEZ, T. El impacto de las nuevas tecnologías en la gestión financiera. Revista Actualidad financiera, págs. 22-25, 2005.
8. PELÁEZ, A. Herramientas tecnológicas de gestión financiera. Revista Actualidad financiera, págs. 25-29, 2005.
9. PÉREZ, P. Banca electrónica: reinventando las finanzas. Estrategia financiera, 235, 46-49, 2007.
10. CÁCERES J. y PALACIOS L. Un indicador global de desempeño financiero como mecanismo de alerta Temprana. Estudios Económicos Banco Central de Bolivia, 2011.
11. DURAN, R. y MONTERO, R. Propuesta de Indicadores Macroeconómicos y Financieros de Alerta Temprana para la Detección de Crisis Bancarias. Documento de trabajo Banco Central de Costa Rica, 1999.
12. FIDRMUC, J. y JOHANN, P. The outbreak of the Russian Banking Crisis. Revista Discussion Paper No 2009-16, Department of Economics University of Munich, 2009.
13. SERRA, C. y ZUÑIGA, Z. Identificando Bancos en Problemas. Cómo debe Medir la Autoridad Bancaria la Fragilidad Financiera. Estudios Económicos Banco Central de la Reserva del Perú, 2002.
14. PINEDA, F., y PIÑEROS, H. El Indicador Financiero Único como Mecanismo de Alerta Temprana: una Nueva Versión. Reporte de Estabilidad Financiera Banco de la República de Colombia, 2009.
15. MARTÍN, B. y SANZ, A. Redes Neuronales y Sistemas Difusos. 2000.

Recibido: 9-10-14.
Aceptado: 12-2-15.

