

# La educación de postgrado y la enseñanza de Redes Neuronales Artificiales como herramienta versátil para egresados

PhD. Ramón Alberto Martín Fernández

Docente de la Universidad de la Habana. Cuba

PhD. Adelfa María La Serna Gómez

Profesoras de la Universidad Técnica del Norte

vojeda@utn.edu.ec

## RESUMEN

El presente artículo aborda cómo la enseñanza en postgrado puede dotar al egresado de herramientas versátiles y útiles. Se refieren casos en que se evidencian los resultados de la utilización de las Redes Neuronales Artificiales, en trabajos de postgrados con pronósticos y simulación de variables. En la investigación se utilizó el método exploratorio además de técnicas para el trabajo bibliográfico. La universidad tiene la responsabilidad social de adaptarse a los nuevos tiempos y formar profesionales de alto nivel de preparación, sobre todo cuando se trata de diplomados, maestrías y doctorados. La educación de postgrado provee de herramientas, modelos y sistemas de utilidad para que incorpore técnicas novedosas, que complementan los requerimientos de los empleadores en el mercado laboral de egresados. Los resultados del presente estudio evidencian la utilidad práctica de la aplicación de las RNA en distintas áreas del conocimiento, de lo cual se deriva la recomendación de incorporar la enseñanza de estas técnicas en los programas de postgrado.

Palabras clave: EDUCACIÓN, POSTGRADO, REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

## ABSTRACT

### **Postgraduate Education and Artificial Neural Networks Teaching as a Versatile Tool for Graduates**

This paper addresses how postgraduate teaching can provide the graduates versatile and useful tools. We refer cases in which the results of using Artificial Neural Networks are evidenced, in postgraduate studies with prognostics and simulation of variables. In this research, the exploratory method was used as well as techniques for the bibliographic work. The university has the social responsibility to adapt to the new times and to train professionals of high level of preparation, especially when it comes to graduates, masters and doctorates. Postgraduate education provides tools, models, and utility systems to incorporate novel techniques that complement employers' requirements in the graduate job market. The results of the present study show the practical usefulness of the application of ANN in different areas of knowledge, from where the recommendation to incorporate the teaching of these techniques in the postgraduate programs is derived.

Keywords: EDUCATION, POSTGRADUATE, ARTIFICIAL NEURAL NETWORK.

## Introducción

Los estudios de alto nivel en Latinoamérica deben buscar soluciones a las problemáticas de los países del continente, elevando cada vez más el nivel científico-tecnológico de los profesionales. Las actividades fundamentales en los países subdesarrollados, como son el comercio, el turismo, la agricultura, entre otras, precisan de profesionales con alta formación, que complementen, actualicen y profundicen los conocimientos y habilidades para un desarrollo efectivo.

Los desafíos y realidades actuales demandan de la educación superior respuestas certeras a problemas concretos de la sociedad. *“Las Instituciones de Educación Superior deben buscar áreas de investigación y enseñanza que puedan apuntar hacia cuestiones relativas al bienestar de la población y al establecimiento de una base local relevante y sólida en ciencia y tecnología”* (UNESCO, 2009, pág. 9).

El papel de la universidad es proveer de técnicas avanzadas que permitan entender fenómenos complejos, preverlos y darle soluciones optimizando los recursos involucrados. En el caso de América Latina, los estudios de postgrado ya se han convertido en una actividad priorizada.

Las universidades, como refiere Núñez Jover (2006), destacan en el empe-

ño, por dar continuidad a las acciones que aseguran la asimilación de las habilidades inherentes al comportamiento innovativo, por contar a su favor con el poderoso recurso de la educación continua y el posgrado. Algunas tendencias de la educación superior avanzada se enmarcan en dos conceptos: el de producción intelectual, que incluye el de investigación científica y educación avanzada continua, cuyos principios son: integración, pertinencia social, calidad, cobertura, democratización e innovación, y el de educación avanzada.

Los estudios de postgrado, como posteriores a la formación básica universitaria, profesional o de grado, aparecen formalmente en el siglo XIX, primero en Alemania con el doctorado científico que, por razones históricas fue calificado como de Filosofía (el PhD anglosajón), el cual se copió o imitó luego en Rusia, Estados Unidos, Francia e Inglaterra, países todos cuyos sistemas de altos estudios se han convertido en modelos para el resto del mundo (Morles & José, 2002).

La educación de postgrado tiene la responsabilidad de la educación continua de los egresados universitarios, constituye el nivel más elevado del sistema de educación. De esta forma debe proveer de un componente profesional o de un nivel de especialización que permita enfrentar problemáticas complejas, pues conlleva un ni-

vel de conocimiento superior al pregrado.

La concepción y el desarrollo de superación profesional debe estar actualizada y se inicia con la identificación de los problemas del proceso de enseñanza aprendizaje. Además, se realiza un diagnóstico evidenciando las necesidades de aprendizaje de los profesionales, que son la base de los procesos de intervención educativa y cuyos resultados se monitorean y evalúan a través de su impacto en la calidad del desempeño en las diferentes áreas de actuación.

Es frecuente en muchas universidades el seguimiento de los graduados mediante las entrevistas a sus empleadores, lo que permite identificar en qué actividades es oportuno capacitar y es de esa forma se perfecciona el contenido de postgrados algunos de los cuales incluso que otorgan puntos para doctorados. Algunas universidades como la UTN, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, la Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires, y otras cuentan con un Observatorio del Graduado, que entre sus funciones dan seguimiento a la trayectoria de los graduados y a la vez sirve para identificar los requerimientos de capacitación.

La importancia de elevar la calidad de la educación de postgrado, además de complementar los aspectos a superar identificados por empleadores o por los propios egresados, debe considerar la utilización de técnicas novedosas respaldadas por los avances de la tecnología, la informática y las comunicaciones, como es el caso de las Redes Neuronales Artificiales (RNA). En el campo de la estadística, la gran cantidad de información disponible, para las investigaciones o para la toma de decisiones en general, reclama de métodos efectivos de procesamiento y análisis de datos.

En estudios de doctorado y maestrías o diplomados, de numerosas universidades, ya se abordan técnicas que coadyuvan a importantes avances en el campo de procesamiento de datos, como son las de RNA útiles en la realización de actividades como: pronósticos, simulación, reconoci-

miento de formas, entre otras.

El presente estudio, realizado en el área del proceso enseñanza de postgrado y muestra las posibilidades que brindan herramientas versátiles como las RNA para sus egresados.

## Metodología

En la realización del presente artículo se utilizó el método exploratorio además de técnicas para el trabajo bibliográfico. El método teórico se empleó para la recopilación y estudio de la información secundaria relacionada con el tema estudiado. Otras técnicas empleadas en el método teórico, igualmente vinculadas con el razonamiento humano, son la deducción y la inducción. La deducción se observa en el trabajo cuando se refieren ideas que se dedujeron a partir de información dada. La inducción es empleada al generalizar de investigaciones anteriores. El método empírico se empleó en el análisis de la información primaria obtenida de las entrevistas realizadas a especialistas, así como del análisis de información secundaria.

## Análisis y discusión de resultados

Enseñanza en Postgrado de Técnicas de Sistemas Inteligentes: En numerosos cursos de enseñanza de postgrado ya se incluyen “*cajas de herramientas analíticas*” (*toolbox o toolkits*), especialmente útiles por la diversidad de actividades en las que se pueden emplear, y por ser accesibles en universidades y centros de investigación.

Uno de los métodos de análisis que se imparten en enseñanza de postgrado concerniente a las ciencias económicas, a ciencias médicas, a estudios pedagógicos y a otras actividades, son las llamadas Redes Neuronales Artificiales (RNA) (Salini & Patricio, 2006).

Las RNA son sistemas inteligentes de procesamiento de información que ofrece los medios para modelar de manera efectiva y eficiente. Los modelos de RNA

pueden identificar relaciones (patrones de comportamiento) de forma inductiva, por medio de los algoritmos de aprendizaje similares a los de las células del cerebro humano, de ahí que sean clasificadas como una de las técnicas de la inteligencia artificial (Corvalán, 2007). Por ejemplo, las RNA son capaces de aprender de la experiencia y de generalizar a partir de casos anteriores.

Una de las ventajas que determinan la selección del empleo de RNA, para los pronósticos y simulaciones, y otras actividades, es su característica de tolerar datos incompletos, de no requerir que las series de datos que se empleen cumplan condiciones de linealidad u otras, así como la facilidad de su empleo, por quienes no sean especialistas en estadísticas.

Se destacan como ventaja de las redes neuronales artificiales: el aprendizaje adaptativo, la auto organización y la tolerancia. Así mismo hacen sus operaciones en tiempo real por lo que son fáciles de insertar en la tecnología existente.

Para ilustrar las aplicaciones de las RNA en disímiles actividades a continuación se refieren ejemplos de temas, algunos correspondientes a investigaciones de doctorados o maestrías en los que ha resultado fundamental la aplicación de herramientas como las RNA.

En pedagogía: la investigación de sistemas tutores inteligentes redes neuronales para selección del protocolo pedagógico (Salgueiro, Cataldi, F.J., Lage, & R, 2009) y también la investigación de

Los sistemas tutores inteligentes y su aplicabilidad en la Educación (Sánchez, Cabrera, & Martínez, 2015).

En psicología: en la Universidad: (Montaño, 2004) se realizaron, empleando redes neuronales las investigaciones sobre el análisis de datos aplicado a conductas adictivas, el análisis de supervivencia, y el estudio del efecto de las variables de entrada en una red neuronal.

En Ciencias de la Salud: en la tesis de Maestría de la universidad costarricense UNED (Alonso & Chacón, 2012) Se reali-

zó el estudio de redes neuronales optimizadas con algoritmos genéticos. Una aplicación para proyecciones sobre pacientes con cáncer hospitalizados en la C.C.S.S.

En Biología: en Universidad Nacional de Colombia (Gutierrez, Ris, & Rulfo, 2004) Bioindicación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos en la sabana de Bogotá, utilizando redes neuronales artificiales.

En Telecomunicaciones: (Zambrano & Pinto, 2009) Se realizó la aplicación de las redes neuronales artificiales en procesadores digitales de señales: caracterización de sensores infrarrojos, empleando redes neuronales (NNT: Neural Networks Toolbox®) de MATLAB™.

En Informática: como se refiere por el Dr. Hugo Banda en su libro *Inteligencia Artificial*, (Banda, 2014), que resume un conjunto de tópicos y aplicaciones sobre redes neuronales artificiales en la enseñanza. Otro ejemplo en la actividad informática es la investigación *“Las redes neuronales artificiales para la toma de decisiones ver. 2.0: el caso de tutores de posgrado en ciencias de la administración de la UNAM”*. (Bribiesca, 2014)

En Turismo: se observó la aplicación de las RNA en la tesis doctoral de una de las autoras del presente artículo, (La Serna Gómez, 2013) tutorada por el Dr. Martín coautor del mismo. De este tema doctoral *“Pronóstico de la demanda turística de Cuba y simulación de variables mercadológicas”* actualmente se realizan generalizaciones para su aplicación en un proyecto de investigación que se desarrolla en la Universidad Técnica del Norte (UTN).

Ejemplificando los resultados que pudieran favorecer la inclusión de herramientas como las RNA en estudios de postgrado, se refieren a continuación aspectos de la investigación sobre el pronóstico y simulación empleando RNA que, además de brindar resultados satisfactorios como parte de un tema doctoral, se adecúan actualmente al contexto ecuatoriano en un proyecto de investigación de la FACA E.

Dos de las actividades, de gran utilidad para respaldar decisiones, mediante la aplicación de las RNA son los pronósticos y las simulaciones que se muestran en el siguiente ejemplo.

### **Pronóstico y simulación empleando RNA**

La realización de los pronósticos empleando las RNA permite aún con datos incompletos obtener modelos que expresan el comportamiento del sistema analizado, a partir de los cuales es que resulta posible simular las modificaciones de algunas de las variables que determinan el comportamiento de la demanda pronosticada. Otra ventaja de emplear RNA, es que, en las sucesivas iteraciones para obtener pronósticos certeros, el propio sistema elimina a aquellas variables que no resultan significativas. El software utilizado en esta investigación, STATISTICA V. 7, define mediante el mecanismo prueba-error la cantidad de capas y nodos ocultos y, además, selecciona el más adecuado de los tipos de redes. Esto facilita significativamente la obtención de los pronósticos para quienes no son especialistas en estadísticas.

La simulación, es un procedimiento que estima anticipadamente los resultados de acciones previstas, y es una de las diversas herramientas para respaldar la toma de decisiones. Un gran conjunto de métodos y aplicaciones pueden emplearse para imitar el comportamiento de sistemas reales, generalmente por medio de una computadora con un software apropiado. Diferentes autores (Song & Li, 2008) y (Alvarez & Nadal, 2010) refieren que las RNA son de

las técnicas más empleadas en los últimos años para pronosticar y simular.


Al efectuar la simulación se obtiene una nueva alternativa de pronóstico, se puede simular modificando una o varias variables si es que están relacionadas. Por ejemplo, no se podría simular el incremento de capacidad de alojamiento o de transporte, si no se considera el correspondiente incremento de la variable que representa a la promoción de estas variaciones.

Es importante señalar que la utilización de las RNA debe acompañarse de un análisis cualitativo, al definir inicialmente qué variables considerar para elaborar los pronósticos, o cuáles variables han de simularse simultáneamente por la relación entre ellas.

### **Conclusiones**

Para estudios complejos como es el caso de los estudios de postgrados, considerando las exigencias del entorno globalizado donde intervienen más de una variable en la investigación, es propicio incorporar herramientas versátiles como las Redes Neuronales Artificiales.

El análisis realizado del empleo de las RNA permite reconocer la versatilidad y efectividad en estudios de múltiples campos, ya que es una de las técnicas más ampliamente empleadas en pronósticos y simulaciones en los últimos años.

Las herramientas novedosas como las RNA se utilizan para la realización de pronósticos y simulaciones para el manejo de información con datos incompletos y son una buena solución a incorporar en los cursos de enseñanza de postgrado. 

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, A., & Chacón, J. (2012). *Tesis de Maestría Modelo de redes neuronales optimizadas con algoritmos genéticos. Una aplicación para proyecciones sobre pacientes con cáncer hospitalizados en la C.C.S.S. Costa Rica*: Universidad Estatal a Distancia.
- Alvarez, M., & Nadal, R. (marzo de 2010). Forecasting British tourist arrivals in the Balearic Islands using meteorological variables. *Tourism Economics*, (1), 153-168.
- Ayala, H., & La Serna, A. M. (2009). El efecto de la crisis económica en el turismo. Acciones para atenuar sus efectos. *Retos*, 1681- 1690.
- Banda, H. (2014). *Inteligencia Artificial*. Quito.
- Bribiesca, G. (2014). *Las redes neuronales artificiales para la toma de decisiones ver. 2.0: el caso de tutores de posgrado en ciencias de la administración de la UNAM*. México D.F.
- Chaitip, P., Chaiboosri, C., & Ransgaswamy, N. (2008). A panel unit root and panel cointegration of the modeling international tourism demand in India. *Annals of the University of Petrosani Economics*, 8, 95-124.
- Cheng, R., Bloomfield, P., & Cubbage, F. W. (2008). Comparing forecasting models in tourism. (SAGE, Ed.) *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 3-21.
- Corvalán, L. (2007). *Sistemas Inteligentes*. La Plata.
- Eilat, Y., & Einav, L. (2003). Determinants of international tourism: a three-dimensional panel data analysis. *Applied Economics*, 1315-1327.
- Gutierrez, J., Ris, W., & Rulfo, O. (2004). Bioindicación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos en la sabana de Bogotá, utilizando redes neuronales artificiales. *Caldasia*, 151-160.
- Hayang, S., & Gang, L. (2008). Tourism demand Modelling and forecasting - A review of recent research. (S. Direct, Ed.) *Tourism Management*(29), 203-220.
- Hill, T., Marquez, L., O' Connor, M., & Remus. (1994). Artificial neural network models for forecasting and decision making. *International Journal of Forecasting*, (10), 5-16.
- Jensen, C., & Jie, Z. (2007). Comparative advantages: Explaining tourism flows. *Annals of Tourism Research*, 34, 223-243.
- La Serna Gómez, A. M. (2013). *Pronóstico de la demanda turística de Cuba y simulación de variables mercadológicas*. La Habana.
- La Serna, A. M. (2012). Variables, métodos y modelos más empleados en el pronóstico cuantitativo y causal de la demanda turística. *Memorias de la 2a Convención Internacional de Estudios Turísticos*, 12- 19.
- La Serna, A. M. (2014). *Pronóstico de la demanda turística de Cuba y simulación de variables mercadológicas*. Tesis doctoral, Universidad de La Habana.
- Law, R., & Au, N. (1999). A neural network model to forecast Japanese demand for travel to Hong Kong. *Tourism Management*(20), 89-97.
- Lim, C., Chialing, C., & Mc Aleer, M. (2009). Forecasting h(m)otel guest nights in New Zealand. (Elsevier, Ed.) *International Journal of Hospitality Management*(28), 228-235.
- Martinez, F., & Rodriguez, X. A. (2006). Rural Tourism Demand in Galicia, Spain. (SAGE, Ed.) *Tourism Economics*, 12, 21-31.
- Montaño, J. J. (2004). *Redes neuronales artificiales aplicadas al análisis de datos*. (U. d. Psicología, Ed.) *Tesis Doctorals en Xarxa*.
- Morles, V., & José, L. (2002). *Gestión de la calidad del postgrado en Iberoamérica. Experiencias nacionales Los estudios de postgrado en Iberoamérica y el Caribe*. Salamanca: Dirección General de la AUIP Salamanca España.
- Romeu, R., & Wolf, A. (2011). *Recession and Policy Transmission to Latin American Tourism: Does Expanded Travel to Cuba Offset Crisis Spillovers?* Informe de trabajo, Fondo Monetario Internacional. (Working Paper), Western Hemisphere Department .
- Saayman, A., & Saayman, M. (2008). The determinants of tourism in South Africa. *Tourism Economics*, 14, 81-96.
- Salgueiro, F., Cataldi, Z., Lage, & R. (2009). *Sistemas tutores inteligentes: redes neuronales para selección del protocolo pedagógico*. ITBA, Buenos Aires.
- Salini, G., & Patricio, P. (2006). Estudio de series temporales de contaminación ambiental mediante técnicas de redes neuronales artificiales. (D. d. Concepción, Ed.) *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 14(3), 284-290.
- Sánchez, I., Cabrera, J., & Martínez, J. E. (2015). Los sistemas de tutores inteligentes y su aplicación en la Educación. *Horizontes Pedagógicos*(17 (2)), 104-116.
- Shen, S., Li, G., & Song, H. (2009). Effect of seasonality treatment on the forecasting performance of tourism demand models. *Tourism Economics*, 693-708.
- Song, H., & Li, G. (2008). Tourism demand modelling and forecasting. A review of recent research. *Tourism Management*, 203-220.
- UNESCO. (2009). *Conferencia Mundial de Educación Superior. La nueva dinámica de la Educación Superior y la búsqueda del cambio social y el desarrollo*. Comunicado final, París.
- Véliz, C. (2011). *Estadísticas para la administración y los negocios*. México. México: Pearson.
- Zambrano, A., & Pinto, L. (2009). Aplicación de las redes neuronales artificiales en procesadores digitales de señales: caracterización de sensores infrarrojos. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 129-136.