



# **Material didáctico digital para el aprendizaje de Redes Neuronales Artificiales mediante desarticulación del conocimiento**

Trabajos de maestrandos y doctorandos relacionados con educación, tecnologías y virtualidad.

Silvia Soledad Moreno Gutiérrez. Profesor investigador.  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Doctorando Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. México. [silviam@uaeh.edu.mx](mailto:silviam@uaeh.edu.mx)

Mónica García Munguía. Alejandro Fuentes Penna. Marisela Vital Carrillo. Isaías Guzmán Lerma.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

## **Resumen**

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) representan una de las técnicas de Inteligencia Artificial más empleadas actualmente debido al amplio rango de apoyo que ofrecen en la solución de problemas diversos. (Pressman, 2010). No obstante se trata de una técnica poco conocida en niveles anteriores al posgrado, en el caso de estudiantes de licenciatura se trata de un tema complicado, de difícil comprensión pues en el área de ciencias de la computación se considera un tópico de especialización, por lo que algunos programas educativos de dicha área no lo integran en sus programas de estudio o son opcionales. Por otra parte, el uso de software de simulación en este tipo de aprendizaje es fundamental. (Amancio, 2015), debido a su capacidad de apoyo en la transmisión del conocimiento. Por lo anterior, se propone el desarrollo de un material didáctico que apoye en el aprendizaje de las RNA mediante el uso de un software de simulación y a través de técnicas multimedia que de manera sencilla introduzcan al estudiante al mundo de las RNA y a la solución de problemas, sobre todo empleando la



desarticulación del conocimiento con el fin de dosificarlo y de esta forma transmitirlo al estudiante de una forma eficiente y efectiva.

**Palabras Clave:** Redes Neuronales Artificiales, Material didáctico, simulación, multimedia, aprendizaje.

### **Introducción**

Las RNA son una técnica de Inteligencia Artificial muy utilizada en la actualidad debido a su capacidad para resolver gran cantidad de problemas que con el uso de la programación tradicional sería imposible abordar. (Ortiz, 2007). Por lo que el conocimiento de sus principios y funcionamiento es de amplia importancia para estudiantes de las ciencias de la computación e incluso desde el nivel bachillerato. Salas (2011), define la RNA como el diagrama del sistema nervioso de los seres humanos en el campo de la computación ya que se crea mediante la conexión de múltiples procesadores transformándose en un sistema adaptativo con un algoritmo para cambiar sus pesos que pueden ser parámetros libres y alcanzar los requisitos de rendimiento del problema.

La fase de entrenamiento de una red neuronal puede llegar a ser una tarea muy complicada de comprender y realizar, para agilizarla, los simuladores han resultado un valioso apoyo en cuanto a reducción de tiempo y facilidad en el aprendizaje, no obstante, son poco conocidos y por tanto poco utilizados. Al mismo tiempo, los índices de deserción en estudiantes del área de computación, se incrementan al cursar asignaturas relacionadas con el desarrollo de sistemas inteligentes, ya que, considerando que se trata de un paradigma diferente al tradicional, para el alumno resulta complicado.

Por otra parte, Amancio (2015), expresa el uso de simuladores como un proceso para la formación de conceptos y conocimientos generales de construcción y fortalece la implementación de este nuevo contenido, donde tiene lugar el aprendizaje, favoreciendo el proceso de enseñanza simulando un entorno real.

Por lo anterior, se desarrolla un material didáctico digital que tiene como propósito promover el interés en el aprendizaje de las RNA, además de fomentar el uso de simuladores ya que facilitan la comprensión y entendimiento del tema de manera rápida y sencilla. El caso abordado se realiza a través del uso de Microsoft Excel para el análisis y entrenamiento del caso "trayectoria estudiantil" con datos reales de estudiantes de las generaciones VIII a XIX de la Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Tlahuelilpan perteneciente a la UAEH, después se trasladan los datos al *software* de simulación de RNA Alyuda NeuroIntelligence 2.2.

Para la construcción del material, se emplea el procedimiento denominado Desarticulación del conocimiento, mismo que ha sido propuesto por Moreno, Vélez & Calva (2013) y conjuntamente a través de la metodología denominada Cartografía Conceptual, se diseña el *software* teniendo como base átomos de



aprendizaje, partículas que se integran como un todo a un contexto determinado y hacen posible el aprendizaje del alumno.

### **Antecedentes**

La deserción de estudiantes de la Licenciatura en Sistemas Computacionales de la

Escuela Superior de Tlahuelilpan ha sido uno de los principales problemas del programa educativo en los últimos años, con base en ello se construye una hoja de datos históricos en Microsoft Excel que contiene las variables que identifican al estudiante, las cuales son: nombre, promedio de primero y segundo semestre, número de materias reprobadas y aprobadas y finalmente tasa de deserción de su cohorte generacional, con una probabilidad de deserción que ha sido estimada considerando los mencionados datos.

Actualmente se cuenta con la atención a estudiantes a través de tutorías y asesorías, sin embargo es claro que la complejidad de asignaturas relacionadas con el paradigma de inteligencia artificial, representa una barrera para el estudiante de 9º semestre y semestres previos, hecho que se refleja en su historial académico.

A través del tiempo, se han buscado diversas opciones de apoyo a las asignaturas mencionadas, siendo el software de simulación aunado a las técnicas multimedia las alternativas que de manera conjunta han brindado a los estudiantes de licenciatura una herramienta que promueve su aprendizaje.

### **Ayuda NeuroIntelligence 2.2. Construcción de un caso práctico. Trayectoria escolar**

La preparación adecuada de los conjuntos de datos es el paso más importante en el trabajo con RNA. Desarrollar una red neuronal con datos bien preparados conducirá a buenos resultados, de lo contrario a diversos fallos. (L. A., 2013). En la aplicación de RNA, Ayuda NeuroIntelligence 2.2 es posible procesar conjuntos de datos en hojas de Microsoft Excel por lo que son necesarias algunas recomendaciones de una forma absolutamente sencilla y rápida.

Si los datos históricos tienen un número pequeño de casos, la RNA podría no contar con la suficiente información sobre el problema para entrenarlo correctamente. Se recomienda tener al menos 100 conjuntos de datos. Tener demasiados datos puede aumentar el tiempo de entrenamiento. La cantidad de datos depende del problema y su complejidad. (Gudiño y Arteaga, 2013). Las entradas deben tener la máxima influencia en el objetivo. Es necesario añadir todos los datos que pre determinen el resultado de la columna objetivo de manera significativa y eliminar todos los parámetros que no tienen (o casi ninguna) influencia en ella, mientras esta tarea se realice lo mejor posible, mejores resultados se obtendrán. (UC3M, 2012). Los datos no deben tener valores faltantes o valores que no concuerdan con el caso.

Es necesario incluir la mayor cantidad de variantes como sea posible. A mayor diversidad de datos mayor será la confiabilidad de la red a entrenar. En la siguiente imagen se muestra la estructura que deben llevar los conjuntos de datos en una hoja de Microsoft Excel clasificándolos en las columnas.

Una vez construido el caso y capturados los datos es necesario guardar la hoja de Excel en el formato .CSV. Una vez hecho esto se tendrá preparado el archivo con el conjunto de datos listo para procesarlo en el simulador.

### Entrenamiento

El objetivo es identificar a los estudiantes que tienen más probabilidades de deserción o permanecer en la Institución basándose en datos de la VIII a XIX generación de la Licenciatura en Sistemas Computacionales utilizando datos del primero y segundo semestre. La trayectoria escolar contiene 106 registros de estudiantes.

Columnas de entrada:

- 1) "Nombre" – nombre del alumno;
- 2) "Prom1Sem" – promedio del primer semestre;
- 3) " Prom2Sem " – promedio del segundo semestre;
- 4) "NReprobadas" – número de reprobadas;
- 5) " NAprobadasEnOrdinario" – número de materias aprobadas en ordinario;
- 6) " TasaDesercionGen" – tasa de deserción de la generación;
- 7) " ProbDesercion" – probabilidad de deserción;

Columna objetivo: "ProbDesercion" – indica la intención más probable del alumno de quedarse en la institución: Baja, Regular, Alta.

Valores de entrenamiento iniciales por defecto del Software para este caso.

Función de activación de entrada: Logística

Función de error de salida: entropía cruzada

Función de activación de salida: Logística

Modelo de clasificación: Winner-takes-all

Numero de capas ocultas: 1

Numero de neuronas: 2

Algoritmo de entrenamiento: Quick propagation

No. De iteraciones: 500 (por defecto)

### Pruebas

Variar el número de iteraciones (inicial por defecto: 500) ajustando según sea necesario hasta encontrar en número de iteraciones justas para conocer el menor error posible.

No. De iteraciones Error de la red:

500	0.235797
550	0.25323
600	0.221433
650	0.196878
700	0.274481
750	0.190254
800	0.01302
790	0.01498
780	0.01922

Al aumentar las iteraciones reducía el error, por lo que se aumentaron gradualmente hasta encontrar el error mínimo en 800 iteraciones.

Variar la función de activación de entrada con los valores por defecto (con el número

óptimo de iteraciones) y seleccionar la mejor basándose en el error mínimo.



Función de activación de entrada y error de la red

Logística 0.01302

Tangente hiperbólica 0.197862

Linear 0.054629

Se observó que variando las funciones de activación de entrada entre logística y tangente hiperbólica no hubo diferencia, caso contrario al seleccionar la función lineal que provocó un aumento en el error de la red. Para este caso se seguirá utilizando la función de activación logística.

Variar la función de error de salida y ver resultados.

Función de error de salida Error de la red

Suma de cuadrados 0.009224

Entropía cruzada 0.01302

La función de activación de salida (logística) y modelo de clasificación (límites de confianza) NO pueden ser cambiadas. Se observó una disminución en el error utilizando la función de error de salida suma de cuadrados en 0.009224.

Incremento de capas ocultas (máximo 5, limitado por el *software*) e incremento de neuronas en secuencia de 2 a partir de la capa 2 hasta encontrar el error mínimo.

2 0 0 0 0

2 4 0 0 0

Neuronas 2 4 6 0 0

2 4 6 8 0

2 4 6 8 10

Al incrementar el número de neuronas a 10 en la última capa disminuye el error de manera considerable alcanzando un mínimo de 0.006417. Seleccionando un algoritmo de entrenamiento distinto.

Algoritmo de entrenamiento Error de la red

Quick propagation 0.006417

Conjugate gradient descent 0.010109

Quasi-Newton 0.047012

Quasi-Newton Limited memory 0.009222

Levenberg-Marquardt 0.152898

Online back propagation 0.125468

Batch back propagation 0.124845

Cambiar los algoritmos de entrenamiento no redujo en ningún caso el error en la red, por lo cual el mejor algoritmo de entrenamiento para este caso fue Quick propagation.

### Resultados de aprendizaje de la red

El menor error de la red posible para el caso “retención de empleado” se obtuvo con las siguientes configuraciones según el entrenamiento de la red.

Descripción Configuración

Función de activación de entrada: Logística

Función de error de salida: Suma de cuadrados

Función de activación de salida: Logística

Modelo de clasificación: Winner-takes-All

Numero de capas ocultas: 5

Numero de neuronas/capa: 2-4-6-8-10

Algoritmo de entrenamiento: Quick propagation

No. De iteraciones: 800

Para el caso “Trayectoria escolar” finalmente el software muestra la importancia de las columnas de entrada una vez concluido el entrenamiento de la red. La columna de entrada de mayor peso e influencia en la red es NReprobadas. Se utilizaron valores de consulta mínimos, máximos y aleatorios para comprobar la probabilidad de deserción del estudiante.

### Material Didáctico

El material didáctico digital desarrollado es una herramienta para el uso del simulador de RNA. Para su construcción se utilizó la metodología Denominada Desarticulación de conocimiento propuesta por Moreno, Vélez & Cornejo (2013), a través del empleo conjunto de los 7 ejes conceptuales, de manera que el conocimiento presentado como contenido del material, aborda capsulas de conocimiento conocidas como átomos, según lo establecido por Parra y Jiménez (2007) en la metodología que proponen, previa a la dosificación precisa, previa a su diseño. Es desarrollado mediante el uso de Dreamweaver CS6, HTML 5 y Camtasia Studio 7 para la realización del video tutorial.



Figura No. 1. Ventana inicial



Figura No. 2. Simulación del aprendizaje mediante el material didáctico



## **Resultados**

El uso del material didáctico entregado a alumnos de la LSC, permitió ofrecerles una herramienta valiosa ya que el 85% de un total de 100 estudiantes mencionó la claridad con la cual el software explica los conceptos básicos de una RNA.

El resultado de la asignatura para el segundo periodo escolar 2016 fue precisamente del 80% de aprobación, situación que previamente alcanzaba un porcentaje inferior al 50%.

Con base en lo anterior, es posible afirmar que la desarticulación del conocimiento es un procedimiento adecuado que apoya en la apropiación del conocimiento por parte del estudiante.

Actualmente se cuenta con un material didáctico digital, multimedia, disponible en la página de la institución, disponible para todo aquel estudiante que desee adquirir conocimiento sobre las RNA:

## **Conclusiones**

De hecho el aprendizaje de técnicas de inteligencia artificial es complicado, no obstante, el presente material didáctico apoya y facilita este proceso en estudiantes de nivel licenciatura e incluso de bachillerato, por la amplia facilidad con que se presenta cada tema.

Existe gran diversidad de simuladores sin embargo son poco utilizados, por tanto, el conocer el simulador de RNA Alyuda NeuroIntelligence 2.2 compatible con la Hoja de cálculo Excel a través de un material didáctico, es de gran importancia para fomentar la utilización de los mismos y conocer el funcionamiento y principios de desarrollo de las RNA.

## **Trabajos futuros**

Desarrollar materiales didácticos digitales para aquellas técnicas de inteligencia artificial de amplia utilidad y de poca difusión.

Al mismo tiempo actualizar la versión del material didáctico accediendo a diversos simuladores y modelos de RNA, así como implementar esta herramienta en las instituciones educativas que imparten estos temas, visto el software como estrategia didáctica.



## Referencias

- Amancio, L. Orbegoso, A. Muñoz, C. Villalta, A. (2015). Software para ciencia e ingeniería. MATLAB. Editorial Macro. México.
- Aragón, E., Castro, C. (2009). Objetos de aprendizaje como recursos didácticos para la enseñanza de las matemáticas. Apertura, vol. 1.
- Gudiño, J. Arteaga, M. (2013). Memorias del segundo Congreso en Tecnologías de la información. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior de Tlahuelilpan.
- L. A. r. r. (2013). Alyuda Research. Alyuda Research Company. [En línea]. Disponible en: <http://www.alyuda.com/neural-networks-software.htm>.
- Morales, E., García, F., Campos, R. & Astroza, C. (2013). Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje. RED. Revista de educación a distancia, vol. 36, p. 1-19. Recuperado el día 17 de enero de 2016 desde <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54725668005>
- Moreno, G., Vélez, D. & Calva, R. (2013). Aspectos metodológicos considerados en el desarrollo de OA. Boletín científico XIKUA, Vol. 1. Recuperado el día 8 de octubre 2015 desde <http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n1/titulo.html>
- Moreno, G., Vélez, D. & Cornejo, V. (2013). Diseño de granularidad baja en OA. 2o. Congreso Nacional en Tecnologías de la Información 2013. Recuperado el día 17 de febrero 2017, desde <http://sistemascomputacionestlahuelilpan.files.wordpress.com/2012/10/dise-c3b1o-de-granularidad-baja-en-objetos-de-aprendizaje.pdf>
- Ortiz, M. (2007). Introducción a la Redes Neuronales. [En línea]. Disponible en: [http://www.gurugames.es/people/pedro/aad/ivan\\_martinez.pdf](http://www.gurugames.es/people/pedro/aad/ivan_martinez.pdf). [Último acceso: 2013].
- Parra, L., Jiménez, M. (2007). Metodología de Desarrollo de Objetos de Aprendizaje Mediante el uso de la Cartografía Conceptual y Células De Desarrollo Multidisciplinario y Multimedia. 2ª Conferencia Latinoamericana de objetos de aprendizaje. Recuperada el día 7 de septiembre 2016 desde <http://mx.search.yahoo.com/search?p=Metodolog%C3%ADa+de+Desarrollo+de+Objetos+de+Aprendizaje+Mediante+el+uso+de+la+Cartograf%C3%ADa+Conceptual+y+C%C3%A9lulas+de+Desarrollo+Multidisciplinario+y+Multimedia&fr=yfp&toggle=1&cop=&ei=UTF-8&rd=r1>
- Paur, A., Rosanigo, Z. (2008). Objetos de Aprendizaje – Factores que potencian su reusabilidad. XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. P.12. Recuperado el día 7 de diciembre de 2016 desde <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22004>
- Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software, un enfoque práctico. McGrawHill. 7ª edición. ISBN 978-607-15-0314-5.
- Salas, R. (2011). Universidad Técnica Federico Santa María, [En línea]. Disponible en: [www.inf.utfsm.cl/~rsalas/Pagina\\_Investigacion/docs/Apuntes/Redes](http://www.inf.utfsm.cl/~rsalas/Pagina_Investigacion/docs/Apuntes/Redes)



UC3M. (2012). Redes de Neuronas Artificiales. [En línea]. Disponible en:  
<http://www.lab.inf.uc3m.es/~a0080630/redes-de-neuronas/>.

## **Currículum**

M. EN C. SILVIA SOLEDAD MORENO GUTIERREZ

DOCTORANDO: Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla



Maestra en Ciencias Computacionales, con especialización en computación inteligente y educativa.

Cuenta con certificación internacional como JAVA SE Programmer, por Oracle. Profesor investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) , México, en el área de ingeniería de software con línea de investigación cómputo inteligente e innovación educativa, con 20 años de antigüedad en la docencia. Posee 4 libros publicados, 3 capítulos de libro, 2 artículos en revista indexada, conferencias de nivel nacional e internacional en el área de computación educativa. Posee el reconocimiento al perfil PROMEP y cuenta con la distinción de la beca universitaria. Actualmente coordina proyecto de investigación con financiamiento externo y apoyado por CONACYT.

Coordinadora del área de planeación en la Escuela Superior de Tlahuelilpan de la UAEH, México.