

Proceedings of the
**SPDECE-2012. Ninth multidisciplinary
symposium on the design and evaluation of
digital content for education**

13–15 June 2011
Universidad de Alicante
Alicante, Spain

Edited by
Manuel Marco Such
Pedro Pernías Peco



Copyright 2011 The authors

Printed in Alicante, Spain

Evaluación del Curso de Especialidad a Distancia Inteligencia Artificial con Aplicaciones con un Enfoque Basado en Competencias.

Juan Carlos Olguín-Rojas¹, Andres Ferreyra-Ramírez¹, Jacobo Sandoval-Gutiérrez¹, Samuel Lara-Escamilla²

¹Departamento de Electrónica. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. México, D.F. Tel. 53189550 Ext. 1019

²Departamento de Eléctrica y Electrónica. Instituto Tecnológico de Tlalnepantla. Tlalnepantla de Baz; Edo. de México. Tel. 52900310 Ext. 231

{jcor@correo.azc.uam.mx, fra@correo.azc.uam.mx, jsg@correo.azc.uam.mx, shmuel_lara@hotmail.com}

Abstract. Este trabajo está enfocado en el desarrollo de una plataforma de educación a distancia para el estudio formal de las redes neuronales artificiales, con la cual, se pretende dar solución a problemas en ingeniería que van desde la salida de un laberinto de un robot hasta la aplicación de técnicas de control neuronal directo por modelo inverso para emular dispositivos de control semiactivo, en la actualidad existen aplicaciones donde destacan por ejemplo amortiguadores magnetoreológicos que son dispositivos no lineales y semiactivos, que se utilizan para el control de vibración de helicópteros y el control de vibración de puentes vehiculares y edificios por mencionar algunas, todo esto es impartido en un entorno de simulación bajo una plataforma basada en competencias sustentada en la creación de un ambiente de aprendizaje a distancia que utiliza el software de aplicación NNSYSID el cual es soportado por MATLAB.

Keywords: Plataforma e-learning, Inteligencia Artificial, Modelos Basados en Competencias.

1 Introducción

La masificación de la educación superior es uno de los fenómenos sociales más significativos de la segunda mitad del siglo XX. En América Latina este proceso pareció obedecer a las reivindicaciones sectoriales de una clase media en ascenso, que buscaba en el acceso a la universidad una reafirmación identitaria, a la vez que un canal de promoción social [9].

¹ Autor para Contacto: Juan Carlos Olguín-Rojas, Profesor Investigador del Departamento de Electrónica de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, en México D.F. jcor@correo.azc.uam.mx

Uno de los problemas principales que enfrentamos los países en general, es el rezago educativo y esto es principalmente debido a que no todas las personas tienen acceso a la educación y las que tienen acceso a ésta, en muchas ocasiones no reciben la más adecuada.

En el caso particular de la Universidad Autónoma Metropolitana el fenómeno de la masificación ha ocasionado que la cantidad de espacios físicos sean insuficientes para atender a la cada vez mayor población de alumnos, y se ha detectado que al ir en aumento el número de alumnos la cantidad de personal académico calificado también es insuficiente, de ahí la importancia de desarrollar una plataforma virtual la cual pueda atender alumnos propios y externos de estas áreas que deseen capacitarse en el campo de la inteligencia artificial y con la cual se pueda desarrollar de manera formal la teoría de las Redes Neuronales Artificiales (RNA), para que con estas técnicas de inteligencia artificial se den solución a problemas propios de la ingeniería.

Este trabajo presenta también un análisis de las modalidades de aprendizaje a distancia, donde se muestra que es posible evaluar el desempeño del alumno en la parte teórica y práctica de esta oferta educativa. Finalmente presentamos la propuesta de desarrollo de la plataforma virtual con la cual el alumno puede realizar sus propias prácticas la cual sirve tanto para aquellos alumnos que siguen la enseñanza presencial, como para los que siguen la enseñanza a distancia (ver Fig.1).



Fig. 1. Muestra el concepto de la enseñanza e-learning

1.1 Consideraciones para el Diseño de una Plataforma Virtual.

Desarrollar una plataforma virtual no es tarea fácil, sin embargo un buen estudio de factibilidad puede ser la diferencia para un aprovechamiento del alumno en este proceso de aprendizaje y/o no.

El estudio debe contener aspectos como lo son: el diseño gráfico, la programación, hospedaje, soporte pedagógico en línea, administración de datos entre otros (Ver Fig. 2).

Sin embargo, antes de realizar un multimedia se deberá de conceptualizar los tipos de usos, medios, plataforma y a quien va dirigido, para esto se deberá de tomar en cuenta los siguientes datos[3]:

1. El usuario: ¿A quién estará dirigido el proyecto?
2. La plataforma tecnológica: ¿Cuál será la plataforma donde se aplicarán los diseños?
3. La usabilidad: ¿Qué grado de usabilidad tendrán los materiales didácticos?
4. El material didáctico: ¿Qué tipo de materiales didácticos se diseñarán?

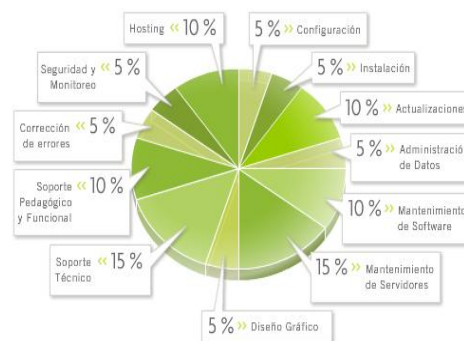


Fig. 2. Muestra las consideraciones de la plataforma e-learning

Dentro de este contexto del diseño de la plataforma virtual, es necesario conocer bien la diferencia que existe entre ambiente físico y un ambiente virtual[4].

Físico.- Se caracteriza por seguir una ley de 3 unidades (tiempo, lugar y acción). Todos en el mismo lugar al mismo tiempo, realizando las mismas actividades de aprendizaje.

Virtual.- Contribuye a facilitar el acceso a los recursos de aprendizaje a una mayor diversidad de personas y en diversas circunstancias.

Así como, el entendimiento de la importancia de los ambientes de aprendizaje en los sistemas educativos[5].

- El diseño de ambientes de aprendizaje es un elemento fundamental en los sistemas educativos de cualquier tipo.
- Permite que a través del diseño de los ambientes de aprendizaje se asegure la congruencia y alineación entre los elementos estratégicos que determinan la competencia a desarrollar, y el resultado que se obtenga.
- Contempla la congruencia entre las necesidades reales de la organización derivada de los elementos estratégicos y el proceso de aprendizaje que se propicia y el resultado que logra.

1.2 Descripción de los Criterios de los Ambientes de Aprendizaje.

La Andrología. Este criterio establece, con base en la investigación sobre el aprendizaje adulto, que corresponde a la persona que aprende, tomar las decisiones sobre los aspectos básicos de su proceso de aprendizaje: objetivos, método y evaluación formativa[3].

La Virtualidad. Este atributo se refiere a la capacidad de los sistemas educativos, y en general de las organizaciones humanas, para alinear sus procesos productivos a la maximización de valor. En el caso del aparato educativo, conlleva primordialmente un proceso de desescolarización, que se refiere a la oferta de alternativas al curso tradicional como espacio único de aprendizaje, lo cual se posibilita con un enfoque de autogestión[2].

La significación para la vida y el trabajo. Se refiere a la conexión experimental entre el aprendizaje y los aspectos importantes para la vida y el trabajo de la persona. Es decir, en cuanto a la orientación al trabajo se enfatiza la integración experimental entre aprender y mejorar el desempeño en el trabajo, ya que la situación ideal es que sean indistinguibles, disminuyendo así la necesidad de transferencia[8].

El codiseño. Que se refiere a asegurar la participación, desde el diseño, de los agentes involucrados en un proceso de aprendizaje. Es fundamental que se incorporen en el diseño de ambientes de aprendizaje, las partes interesadas que son[6]:

- * Las personas que en la organización determinan y conocen el camino estratégico de su organización.

- * Las personas con conocimiento específico de las áreas clave de la organización en diferentes niveles de expertise.

- * Personas que desarrollarán la competencia, es decir personas que representan inicialmente el grupo meta para el cual se está diseñando.

- * Personas encargadas en la organización de evaluar el desempeño. Su rol es de asegurar que en el diseño de ambientes de aprendizaje se desarrolle lo que específicamente se pretende evaluar por el impacto que tienen el desempeño de las personas y que está alineado estratégicamente.

2 Un Caso de Estudio Basado en el Modelo de Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México D.F.

Las nuevas tecnologías traen consigo nuevas opciones educativas, esto supone profundos cambios en la estructura y organización de las instituciones educativas afectando principalmente los ambientes instructivos convencionales. Ya que éstos se sustituyen por ambientes de aprendizaje donde la utilización de estas tecnologías pretende mejorar tanto el acceso de usuario a los materiales como la intercomunicación de éste y el tutor.

Nuestro caso de estudio es principalmente para atender algunas problemáticas detectadas en las carreras de Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco de la ciudad de México. En donde el fenómeno de la masificación ocasionado un aumento significativo en la demanda de las carreras que son atendidas por la división de Ciencias Básicas e Ingenierías (CBI) lo cual se puede apreciar en la Figura 3. Sin embargo es muy notorio que de acuerdo a la relación demanda-ingreso, la tasa de aceptación de alumnos de nuevo ingreso es muy baja, lo cual se aprecia mejor en la Figura 4.

DIVISION	2006			2007			2008			2009			2010		
	DEM	ING	T.A.	DEM	ING	T.A.	DEM	ING	T.A.	DEM	ING	T.A.	DEM	ING	T.A.
Ing. Ambiental	255	89	34.9	309	110	35.6	543	159	29.3	605	164	27.1	790	218	27.6
Ing. Civil	486	121	24.9	522	130	24.9	608	179	29.4	763	174	22.8	896	241	26.8
Ing. en Computación	2,443	396	16.2	2,318	283	12.2	2,582	320	12.4	2,741	251	9.2	3,053	252	8.3
Ing. Eléctrica	185	62	33.5	240	77	31.3	247	91	36.8	308	106	34.4	286	78	27.3
Ing. Electrónica	523	277	53.0	502	243	48.4	489	175	35.5	503	172	34.2	646	230	35.6
Ing. Física	89	40	44.9	94	38	40.4	121	72	59.5	138	75	54.3	208	96	46.2
Ing. Industrial	718	226	31.5	672	240	35.7	684	194	28.4	774	155	20.0	912	195	21.4
Ing. Mecánica	782	172	22.0	712	160	22.5	717	158	22.0	807	152	18.8	844	197	23.3
Ing. Metalúrgica	96	34	35.4	95	32	33.7	113	45	39.8	139	65	46.8	168	61	36.3
Ing. Química	476	133	27.9	466	165	35.4	505	160	31.7	583	151	25.9	635	190	29.9
C.B.I.	6,010	1,559	25.9	5,988	1,470	24.7	6,900	1,533	22.1	7,381	1,460	19.8	8,038	1,728	21.4

Fig. 3. Muestra el Ingreso y Tasa de aceptación por Carrera.

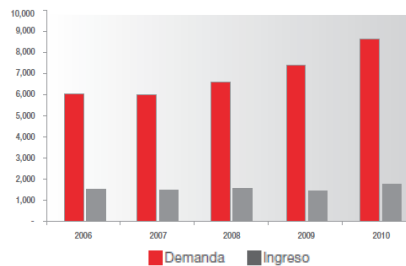


Fig. 4. Demanda Vs. Ingreso.

Lo que esto nos refleja es lo siguiente, cada vez se presenta con más notoriedad la grave problemática que implica el dejar fuera de las oportunidades de educación a más y más jóvenes y decimos jóvenes porque la gran mayoría de los estudiantes que solicitan el ingreso a la universidad y específicamente a las áreas de ciencias básicas e ingenierías están entre los 18 y 20 años de edad (Ver fig. 5). Además en relación al género, las mujeres siguen mostrando poco interés en estas disciplinas pues en el 2010 solo representaron el 27.0% del total de alumnos de nuevo ingreso a las áreas de ingeniería (Ver fig. 6).

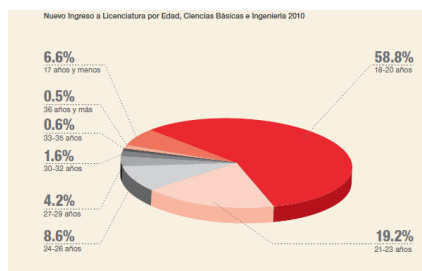


Fig. 5. Demanda el Ingreso por Edad.

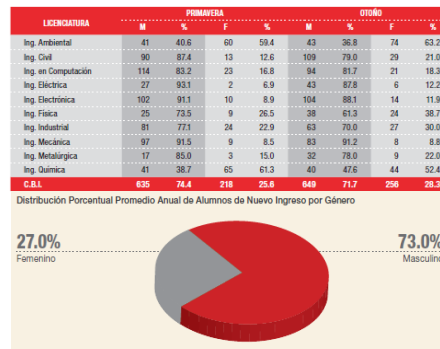


Fig. 6. Demanda el Ingreso por Género.

3 Diseño el Curso de Especialidad en Inteligencia Artificial con Aplicaciones en una Plataforma Virtual.

3.1 Modelo Sintético Necesario y Suficiente para el Estudio Formal de las RNA en Ambientes Virtuales.

La ventaja que nos dan los ambientes virtuales es que podemos atender alumnos que no fueron considerados incluso en el proceso de selección. Las características que mostramos y consideramos útiles son tomadas de la propuesta del curso para enseñanza virtual de Inteligencia Artificial con Aplicaciones que actualmente se imparte en forma presencial en la carreras de ingeniería electrónica y ciencias de la computación, donde el alumno es capaz de abstraer los conocimientos del modelo biológico de las redes neuronales del cerebro, para entender las arquitecturas y formas de aprendizaje de las redes neuronales artificiales.

En un ambiente virtual esto es posible solo si el contenido del curso tiene un vasto marco teórico que sustente al programa y el contenido práctico contiene las herramientas necesarias y suficientes para resolver problemas de ingeniería. Nosotros centramos el estudio teórico formal de las redes neuronales en estos grupos:

Primero- Conceptos Fundamentales:

En esta sección se le presentan al alumno aspectos que tienen que ver con la descripción de Sistemas Dinámicos y de estabilidad, así como, consideraciones para el diseño de sistemas de control, para finalmente introducirlo al concepto de las redes neuronales biológicas y las características principales de una Red Neuronal Artificial.

Segundo- Arquitecturas Principales de Redes Neuronales Artificiales con Aprendizaje Supervisado:

Donde principalmente enfocamos la atención del alumno al entendimiento de la arquitectura y regla de aprendizaje de la red adaline, el perceptrón, perceptrón multicapa y finalmente estudiamos la arquitectura multicapa backpropagation que está basada en el concepto de la propagación inversa del error y que presenta diversos algoritmos de aprendizaje como lo son, backpropagation con momentum, con factor de aprendizaje variable, con gradiente conjugado y con Levenberg Marquard.

Tercero- Arquitecturas Principales de Redes Neuronales Artificiales con Aprendizaje No Supervisado:

En donde destacan las redes de aprendizaje asociativo mediante la regla de Hebb, red Instar y red Outstar de aprendizaje asociativo. También se estudian en esta sección las redes competitivas y las redes recurrentes como lo es por ejemplo la arquitectura de Hopfield.

Cuarto- Aplicaciones de Redes Neuronales Artificiales en Problemas de Ingeniería:

Las aplicaciones que se estudian en esta sección tienen que ver con diversos problemas que van desde la salida de un laberinto de un robot utilizando inteligencia artificial, hasta el análisis e implementación de sistemas de control para resolver problemas como lo son, el problema del auto equilibrio en robots, reconocimiento de patrones, así como, técnicas de control directo por modelo inverso para Amortiguadores Magnetoreológicos que se utilizan para evitar vibraciones en estructuras civiles, helicópteros y se pueden incluir en los automóviles también.

3.2 Modelo Sintético Necesario y Suficiente para el Estudio Formal de las RNA en Ambientes Virtuales.

El éxito de la propuesta de desarrollo de la plataforma virtual está relacionado en gran medida con los materiales didácticos que se utilizan, esto es, deben ser claros y principalmente entendibles, lo cual implica una mejor transmisión del conocimiento, pero también implica usar adecuadamente nomenclaturas matemáticas generalizadas que sean válidas para todo el desarrollo del curso, pues el análisis matemático formal del aprendizaje de las redes neuronales para la mayoría de las arquitecturas no es tarea fácil.

Es decir, si en general estamos considerando una planta la cual es representada por el modelo entrada – salida no lineal dado por la ecuación(1), debemos de expresar claramente cada uno de los elementos que componen esta ecuación, esto es:

$$y(t+1) = g[y(t), \dots, y(t-(n+1)) ; u(t), \dots, u(t-(m+1))] \quad (1)$$

Donde:

- $y(t + 1)$: es la Salida de la Planta en el tiempo $t+1$.
- $y(t - i)$: es la Salida de la Planta en instantes anteriores, con $i= 0, \dots, n+1$.
- $y(t - j)$: es la Señal de Control o entrada a la Planta, con $j= 0, \dots, m+1$.

3.3 La importancia de la Buena Selección del Material Practico.

Los problemas que se pueden abordar en ingeniería son bastos, pero para poder evaluar el aprendizaje en plataforma virtual es recomendable que sean fácilmente resolubles, ponemos un ejemplo de la plataforma virtual donde estudiamos la implementación de una arquitectura neuronal para dar solución a la salida de un laberinto para un robot.

A la red neuronal se le presentan los siete patrones de la tabla 1, y como propuesta de arquitectura utilizamos una red neuronal del tipo perceptrón con cuatro entradas y dos salidas (ver Fig.7).

S1	S2	S3	S4	M1	M2
1	1	1	1	-1	-1
-1	1	1	1	-1	1
1	1	-1	-1	1	-1
-1	-1	-1	-1	1	1
1	-1	1	1	1	-1
1	1	-1	1	-1	1
1	1	1	-1	1	-1

Tabla. 1. Desempeño del Robot

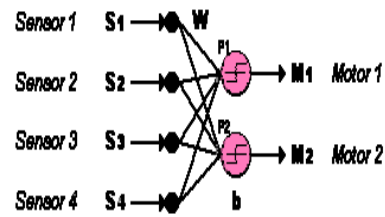


Fig. 7. Arquitectura de la Red Neuronal

Después del proceso de aprendizaje de la red neuronal, ésta aprende los patrones con los que fue entrenado (ver Tabla 2), pero más aún para nuevas posible situaciones que se puedan presentar y que no fueron contemplados en el conjunto de entrenamiento, la red da una respuesta correcta en la mayoría de las situaciones como se puede observar en la tabla3.

	S1	S2	S3	S4	M1	M2
P1	1	1	1	1	-1	-1
P2	-1	1	1	1	-1	1
P3	1	1	-1	-1	1	-1
P4	-1	-1	-1	-1	1	1
P5	1	-1	1	1	1	-1
P6	1	1	-1	1	-1	1
P7	1	1	1	-1	1	-1

Tabla. 2. Simulación de la Red Neuronal para los Patrones de Entrenamiento.

	S1	S2	S3	S4	M1	M2
C1	-1	-1	1	1	1	1
C2	-1	1	-1	1	-1	1
C3	1	-1	-1	1	1	1
C4	-1	-1	-1	1	1	1
C5	-1	1	1	-1	-1	-1
C6	1	-1	1	-1	1	-1
C7	1	-1	-1	-1	1	-1

Tabla. 3. Simulación de la Red Neuronal para otras posibles combinaciones.

4 La Plataforma Virtual con Modernos Métodos de Simulación.

La implementación de estas herramientas de simulación en un ambiente virtual (ver Fig. 8) se da gracias a la interacción de interfaces gráficas que vinculan a éstas herramientas con el entrenamiento y medidas de desempeño de las arquitecturas de redes neuronales artificiales.



Fig. 8. Ambiente virtual de la plataforma e-learning.

La implementación de Redes Neuronales es con la interacción de las herramientas en ambiente gráfico provistas por MATLAB [10] y el software NNSYSID [1] con las cuales se puede implementar en software diferentes arquitecturas (ver fig. 6), en donde tan solo es necesario que el alumno le indique a la interface el número de neuronas en la capa oculta, en la capa de salida, funciones de activación, algoritmos de entrenamiento etc.

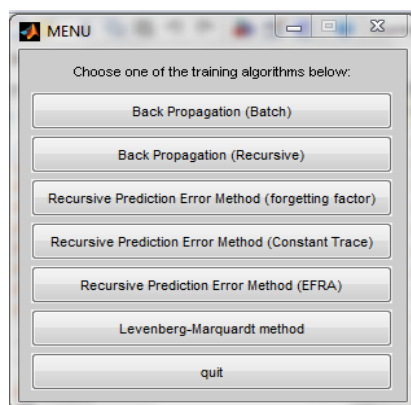


Fig. 9. Menú del Ambiente Virtual

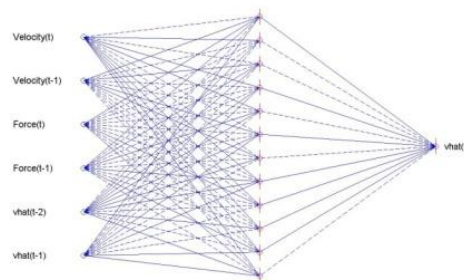


Fig. 10. Arquitectura de una Red Neuronal Entrenada.

Esta herramienta de simulación nos entrega información importante del desempeño en el aprendizaje de una red neuronal, que podemos observar en las graficas que presentamos a continuación y que forman parte de una amplia gama de información que nos entrega el NNSYSID. Es decir, estas graficas muestran el desempeño del entrenamiento de la arquitectura presentada en la figura 10. (Ver Fig. 11 y 12)

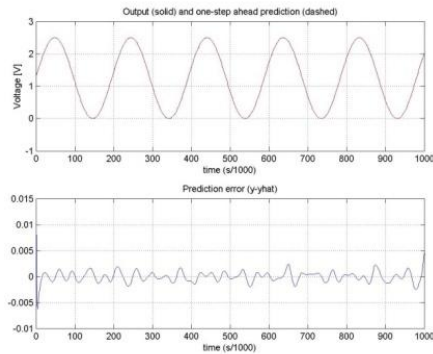


Fig. 11. Menú del Ambiente Virtual

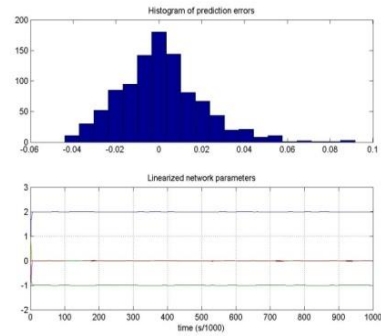


Fig. 12. Menú del Ambiente Virtual

5 Evaluación del Curso con el Enfoque Basado en Competencias.

La evaluación de un curso multimedia no es tarea sencilla, sin embargo, en nuestro caso nos apoyamos en la propuesta realizada por Sara Osuna Acedo [1]. Como ya sabemos una de las funciones principales de este curso, es ver las aplicaciones de la inteligencia artificial por medio de las redes neuronales artificiales en ambientes virtuales, para ello, es importante y necesario destacar la relación que tiene este curso en línea con el usuario, quien dio su opinión de la plataforma y los resultados en promedio se describen a continuación en la Tabla 4:

Tabla 4. Muestra el criterio para evaluar el contenido multimedia.

	SI	Medianamente	Poco	Nada
¿La interface de usuarios pone resistencia a la navegación del usuario por la multimedia?			X	
¿Se puede regresar fácilmente al menú principal después de haber salido de él?	X			
¿El acceso a los distintos menús es fácil?	X			
¿Se pueden consultar las instrucciones del programa en cualquier momento?			X	
¿ los iconos son suficientemente grandes y fáciles de seleccionar?		X		
¿ puede ser utilizado el multimedia sin	X			

conocimientos amplios del uso de la computadora?				
¿ el proceso de instalación es fácil?		X		
¿ las funciones de ayuda facilitan al usuario el manejo del programa?			X	
¿ los iconos permiten reconocer con facilidad las funciones o procesos que representan?		X		
¿ los aspectos gráficos de las pantallas y de los menús son agradables?		X		
¿ las imágenes y animaciones se presentan en el momento adecuado?	X			
¿ los sonidos son los adecuados, además de agradables?				X
¿ el programa es motivador?	X			
¿ se identifican fácilmente los distintos niveles de navegación?			X	
¿ el multimedia permite ir a todo punto de la aplicación en cualquier momento?		X		
¿ el multimedia permite salir de la aplicación en cualquier momento?		X		
¿ los estímulos lanzados a las personas usuarias están perfectamente sincronizados?			X	

Considero que para cada uno de los módulos, el tipo de conocimiento para la instrucción es de conocimiento, [3] ya que comprende la presentación de la información básica y necesaria para el estudio formal de las redes neuronales artificiales, y así el alumno puede definir y nombrar cada una de sus configuraciones en función del tipo de entradas, formas de aprendizaje, funciones de transferencia entre otras.

La comprensión de cada uno de los módulos generara un conocimiento más fortalecido con respecto de la inteligencia artificial y en específico de las redes neuronales, el objetivo general del curso es que el alumno finalmente realice una aplicación en multimedia, con base en cada uno de los módulos vistos en el curso. [4]

Para la evaluación del aprendizaje del curso en línea. Con el uso de algunas rubricas se establecieron las competencias a evaluar dando como resultado las siguientes aplicables para la medición de las competencias en el estudiante del aprendizaje adquirido durante el curso virtual:

Competencia	Limitado	En Desarrollo	Competente	Avanzado	Ejemplar
Solicita y utiliza la Retroalimentación			Emplea la Crítica para Mejorar el Trabajo		

Competencia	Limitado	En Desarrollo	Competente	Avanzado	Ejemplar
Forma un Argumento Autorizado y Convincente					Edifica un caso lógico "paso a paso" valiéndose de una variedad de información y de evidencia persuasiva

además:

Competencia	Limitado	En Desarrollo	Competente	Avanzado	Ejemplar
Hace Conexiones entre Ideas				Tanto los apuntes como los resúmenes contienen comentarios originales sobre la relación de ideas de varias fuentes de información.	

6 Conclusiones.

El desarrollo de ambientes de aprendizaje virtual se fundamenta en la creación y la disposición de todos los elementos que lo propician para la realización de ellos, como lo son: El entorno físico, el tiempo, el currículum, dimensiones del aprendizaje. En este proyecto se presenta de forma virtual el cómo resolver problemas propios de la

ingeniería con redes neuronales, y en específico los relacionados con inteligencia artificial y sus aplicaciones.

Los ambientes virtuales de aprendizaje, son entornos informáticos digitales que proveen las condiciones suficientes y necesarias para la realización de actividades de aprendizaje. Si estos entornos se aplican a un determinado grupo, este trabajo muestra que se contribuye a resolver problemas sociales en los cuales las universidades se están viendo rebasadas, pues la masificación es un fenómeno que se está dando con mucha fuerza desde la segunda mitad del siglo XX, pero más aún, este tipo de ambientes contribuyen también como una herramienta alternativa de aprendizaje para aquellos alumnos que cursan estas disciplinas de forma presencial, ya que en conjunto las nuevas tecnologías fomentan la difusión del conocimiento.

En los ambientes virtuales de aprendizaje podemos distinguir dos tipos de elementos: los constitutivos y los conceptuales. Los primeros se refieren a los medios de interacción, recursos, factores ambientales y factores psicológicos; los segundos se refieren a los aspectos que definen el concepto educativo del ambiente virtual y que son: el diseño de instrucciones y el diseño de interfaz, consideramos que los dos elementos se consideran en el diseño de esta propuesta.

Referencias

1. Norgaard Magnus,: Neural Network Based System Identification TOOLBOX. Denmark: Springer (2000)
2. Herrera, Miguel,: "Las fuentes del aprendizaje en ambientes virtuales educativos" y "Las nuevas tecnologías en el aprendizaje constructivo", ambos trabajos publicados en la Revista Iberoamericana de Educación, ISSN: 1681-5653
3. Ogalde Careaga, I., Bardavid Nissin, E.: Cómo formular objetivos de aprendizaje. México: Edicol; LEE, W. y OWENS, D. (2000). Multimedia Based Instructional Design, EE. UU.: Jossey-Bass/Pfeiffer; Eduteka (Septiembre 21 2002).
4. Bou Bauzá, G. : Proyectos Multimedia imagen, sonido y video. Anaya Multimedia (2004)
5. Horton, W. : Designing Web-Based Training. Ed. Wiley (2000)
6. Laurillard, D.: A framework for the effective use of learning technologies (2nd ed.). New York: RoutledgeFalmer. (2002)
7. Pohlman, K. C.: Principios del audio digital: McGraw-Hill. (2002)
8. Tancredi, B.: Cursos Basados en la Web. Principios Teórico-Prácticos para la Elaboración de Cursos. Ed. Trillas. (2004)
9. Esteban Gallo, Marcos.: Masificación de la educación superior una reflexión acerca de sus causas y contradicciones, revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, ISSN 0328-4050, Año 11, N°. 22, , págs. 49-63, (2005)
10. Software de Simulación MATLAB® 2007.