

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

**Algoritmos de machine learning en la identificación de
competencias académicas: Una revisión sistemática de
la literatura**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería de Sistemas

Autor:

Carlos Jonathan Romero Condor

Asesor:

Mg. Nemias Saboya Rios

Lima, diciembre del 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nemias Saboya Rios, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Algoritmos de machine learning en la identificación de competencias académicas: Una revisión sistemática de la literatura**” constituye la memoria que presenta el (la) estudiante Carlos Jonathan Romero Córdor para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería de Sistemas, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 22 días del mes de diciembre del año 2020



Asesor
Mg. Nemias Saboya Rios

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....21.....día(s) del mes de.....diciembre.....del año 2020.... siendo las.....11:20.....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Sergio Omar Valladares Castillo....., el (la) secretario(a): Mg. Keyla Dervith De la Cruz Gutierrez y los demás miembros:..... Mg. Omar Leonel Loaiza Jara y el (la) asesor(a): Mg. Nemias Saboya Rios.... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Algoritmos de machine learning en la identificación de competencias académicas: Una revisión sistemática de la literatura".....de los (las) egresados (as):
a)..... Carlos Jonathan Romero Córdor

b).....
..... conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
.....Ingeniería de Sistemas.....
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando ...al... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por ...el... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Carlos Jonathan Romero Córdor

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ...al... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Sergio Omar
Valladares Castillo

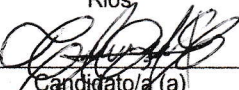


Secretario
Mg. Keyla Dervith De la
Cruz Gutierrez

Asesor
Mg. Nemias Saboya
Rios,

Miembro

Miembro
Mg. Omar Leonel
Loaiza Jara


Candidato/a (a)
Carlos Jonathan
Romero Córdor

Candidato/a (b)

ÍNDICE

1. Introducción	6
2. Revisión de la literatura	7
2.1. Redes Neuronales Artificiales	7
2.2. Competencias Académicas	9
2.2.1. Competencias generales	9
2.2.2. Competencias específicas	9
3. Método de la revisión sistemática de la literatura (III. Definición de la revisión sistemática de la literatura)	9
3.1. Necesidad de la revisión sistemática	9
3.2. Preguntas para la revisión sistemática	10
3.3. Definición de las cadenas de búsqueda	10
3.4. Criterios de inclusión y exclusión	12
3.5. Criterios de calidad	13
3.6. Extracción de datos	14
4. Resultados	15
4.1. Resultados de la búsqueda	15
4.2. Selección de estudios primarios	16
4.3. Evaluar calidad de los estudios	16
4.4. Extraer resultados relevantes	18
4.5. Análisis bibliométrico	18
4.6. Síntesis de los datos extraídos	20
4.7. Preguntas de investigación	22
5. Conclusiones	24
6. Referencias	24
7. Apéndice	25

Algoritmos de machine learning en la identificación de competencias académicas: Una revisión sistemática de la literatura

Machine learning algorithms in the identification of academic competences: A systematic literature review

Romero Córdor Carlos Jonathan

¹ Universidad Peruana Unión
Ingeniería de Sistemas
Carretera Central Km 19.5 Ñaña, Chosica
jonathanromero@upeu.edu.pe

Resumen. La alta competitividad laboral en diversos sectores de la industria son un motivo de preocupación de diversas instituciones educativas, las cuales buscan perfilar a sus egresados en base a un conjunto de competencias que el área profesional del estudiante requiere. La metodología aplicada para la revisión sistemática de la literatura (RSL) se divide en cuatro etapas: la elaboración de las preguntas de investigación y bibliométricas a partir de una plantilla GQM (Goal, Question Metric), la elaboración de términos y conectores lógicos, formulación de criterios de inclusión y exclusión para la búsqueda avanzada en repositorios digitales y por último, la evaluación de los criterios de calidad. En los resultados, se encontró que el modelo de red neuronal más frecuentemente utilizado es el Deep Neural Network (DNN), el tipo de aprendizaje más común es el Aprendizaje Supervisado y el algoritmo de machine learning más utilizado es el Backpropagation (BP); asimismo, se respondieron las preguntas bibliométricas de donde se observó que existe un interés equilibrado por este estudio entre los años 2017 hasta el 2019.

Palabras claves: *aprendizaje de máquina, redes neuronales, algoritmos, rendimiento académico*

Abstract. The high labor competitiveness in various sectors of the industry is a matter of concern for various educational institutions, which seek to profile their graduates based on a set of competencies that the student's professional area requires. The methodology Systematic Literature Review (SRL) is divided into four stages: the elaboration of the research and bibliometric questions from a GQM template (Goal, Question Metric), the elaboration of terms and logical connectors, formulation of inclusion and exclusion criteria for advanced search in digital repositories and finally, the evaluation of quality criteria. In the results, it was found that the most frequently used neural network model is the Deep Neural Network (DNN), the most common type of learning is Supervised Learning and the most used machine learning algorithm is Backpropagation (BP); Likewise, the bibliometric questions were answered, where it was observed that there is a balanced interest in this study between the years 2017 and 2019.

Keywords: *machine learning, neural network, algorithms, academic performance*

1 Introducción

La alta competitividad laboral en diversos sectores de la industria son un motivo de preocupación de diversas instituciones educativas, las cuales buscan perfilar a sus egresados en base a un conjunto de competencias que el área profesional del estudiante requiere [1]. En este panorama, las tendencias en la educación superior en el siglo XXI más significativas son: Formación integral y formación de profesionales calificados para el mercado laboral con responsabilidad social. La formación universitaria prioriza la formación integral de las personas, promueve el aprendizaje a lo largo de la vida, con el fin de contribuir al desarrollo social [2]. Su atención se enfoca en la formación de ciudadanos conscientes con un profundo sentido ético en el ejercicio profesional y en su vida cotidiana. Asimismo, la educación superior responde a las expectativas de los estudiantes y de la sociedad, cuya demanda de formación profesional en la actualidad se orienta a carreras con mejor proyección y con responsabilidad social.

El aprendizaje es una variable latente, típicamente considerado como habilidad académica ya sea en una entrevista de trabajo o en exámenes de la universidad y los factores que impactan en ella han sido el foco de estudio de muchos investigadores a través de los años. Por otro lado, la aplicación de los algoritmos de machine learning en el sector educativo es un tema de investigación emergente que crece y evoluciona en el mundo científico [3]. Una variable muy importante a considerar es el estilo de aprendizaje del alumno, el cual juega un rol crucial en todo el progreso educativo de una persona. Los estilos de aprendizaje son la forma individual de cada estudiante de absorber procesos, comprender y entender la información. En los cursos de educación en línea o sistemas de educación digitales, descubrir determinado patrón de comportamiento en los estudiantes suele ser muy útil para que los sistemas ajusten su contenido y sus métodos de enseñanza y de acuerdo a los resultados obtenidos sugerirles la mejor manera de organizar y completar un curso online u offline [4].

En años recientes el *machine learning* ha sido aplicado en el sector educativo, proporcionando soluciones para diversos casos como problemas administrativos y problemas asociados con la escuela, el personal académico y los estudiantes. Todos estos problemas implican una cantidad enorme de datos para ser analizados. El primer aspecto abarca problemas tales como infraestructura deficiente, recursos humanos inadecuados, apoyo y capacitación insuficientes para la incorporación de TICs (tecnologías de información y comunicación) en el aula, inestabilidad legislativa y excesiva burocracia administrativa, entre otros. El segundo se relaciona con problemas tales como capacitación inadecuada en administración, indiferencia a las necesidades educativas actuales, agrupación incorrecta de estudiantes (muchos grupos, diversidad en el aula, diferentes habilidades y destrezas), falta de coordinación con el personal académico, sobrecarga burocrática para el personal académico, El tercero incluye la escasez de participación y gestión ejecutiva, falta de compromiso (motivación, compromiso, autoestima), calidad de la enseñanza (priorización de contenido, monotonía en el proceso de enseñanza, dependencia de los libros de texto, recursos digitales pobres utilizados), un ausencia de actitud colaborativa y falta de capacitación. Finalmente, el último aspecto presenta problemas tales como motivación insuficiente (brecha entre la sociedad y el mundo de la educación), falta de disciplina, altas tasas de deserción (problemas familiares, destrucción familiar, economía, autoridad parental) y la no utilización de las TICs para el aprendizaje [5].

Las redes neuronales artificiales son modelos matemáticos que imitan el comportamiento del cerebro humano y es capaz de comprender complejas conexiones entre los datos pudiendo diferenciar sus patrones y extrapolar predicciones cuando se introducen nuevas entradas. Estos modelos pueden resolver problemas de dos tipos: problemas de clasificación, donde se trata de determinar el tipo de categoría al cual pertenece un elemento desconocido y problemas numéricos, donde se busca predecir una salida numérica específica a partir de un conjunto de datos de entrada [6]. Para resolver los retos que afronta el sector educativo debemos seleccionar primero aquellos algoritmos de redes neuronales que sean capaces de adecuarse a nuestros datos de entrada y genere una salida acorde a los resultados que deseamos obtener.

El objetivo principal de esta revisión sistemática es encontrar los distintos modelos y algoritmos de *machine learning* existentes que ayuden con la identificación de competencias académicas en los estudiantes de nivel preuniversitario y universitario y así generar nuevos temas de investigación que aporten un valor significativo a la nueva realidad de la educación virtual que está experimentando el mundo.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera: la sección 2 presenta el marco conceptual; la sección 3 describe la revisión sistemática de la literatura; la sección 4 presenta los resultados de la revisión y finalmente la sección 5 describe las conclusiones y posibles temas de investigación a futuro.

2 Revisión de la literatura

2.1 Redes Neuronales Artificiales

Las redes neuronales artificiales (RNA) son modelos matemáticos basados en la organización y las características funcionales del sistema neuronal de los seres humanos [7]. Desde su descubrimiento en el año 1943 gracias a los estudios de Warren McCulloch y Walter Pitts con su publicación “*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*” muchas aplicaciones han sido realizadas en este campo. La principal lógica detrás de estos modelos es utilizar computadoras para simular problemas complejos para producir estimaciones o hechos utilizando cálculos, razonamiento y aprendizaje a partir de experiencias previas especialmente cuando las relaciones entre las variables son desconocidas o no lineales para reconocer correlaciones entre determinadas características relevantes [8]. La arquitectura de una RNA está definida por las características de un nodo (también llamado neurona artificial) y las características de la conectividad de un nodo dentro de la red y dentro de ella, la neurona artificial es la unidad de procesamiento de información fundamental en la función operativa de una RNA. Una sola red puede tener una gran cantidad de capas entre las capas de entrada y de salida, las cuales son llamadas capas intermediarias o capas ocultas y los nodos embebidos en esas capas se llaman nodos ocultos [9].

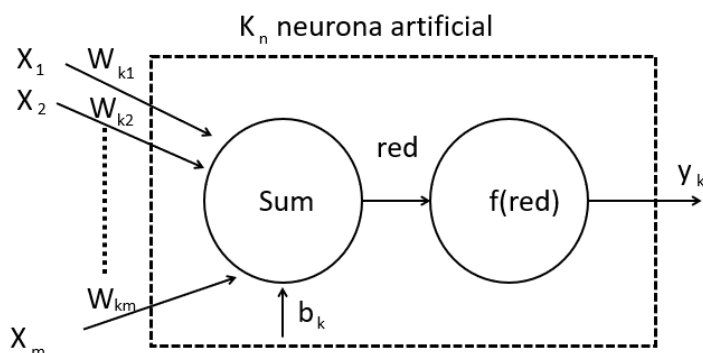


Fig 1. Modelo de una neurona artificial

El aprendizaje en las RNA pueden ser implementado de diferentes maneras; el aprendizaje supervisado, por ejemplo, usa una data compuesta por varias características con sus correspondientes valores de salida. El aprendizaje de una red neuronal toma lugar a través de muchas iteraciones, estas van ajustando sus pesos iterativamente considerando las desviaciones previas para estimar las salidas. El perceptrón multicapa (MLP) es una de las arquitecturas de aprendizaje supervisado más conocidas y está compuesta por muchas capas de neuronas donde la información se traslada desde las entradas hacia las salidas a través de muchas capas de neuronas y un algoritmo de retropropagación se conecta hacia atrás con la red [7].

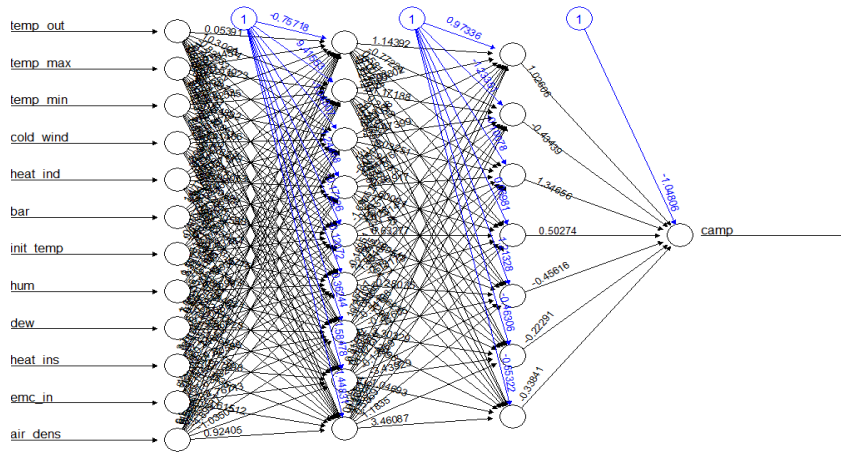


Fig 2. Ejemplo de una red neuronal con un algoritmo de *resilient backpropagation*

En la Fig.2 es posible apreciar un modelo de red neuronal plotado en R Studio donde a partir de un conjunto de variables meteorológicas de entrada y un algoritmo de retropropagación resiliente se busca predecir el valor del campo eléctrico. Estos perceptrones multicapa utilizan el algoritmo del descenso del gradiente, el cual distribuye globalmente el error sobre cada capa de neuronas como un ‘error local’ y actualiza los pesos, los cuales van cambiando de acuerdo al tamaño y dirección de la gradiente negativa sobre la superficie del error hasta que la salida deseada converja y la red es ordenada a ‘aprender’ a representar la función relacionando las entradas con la salida [10].

2.2 Competencias Académicas

Se denominan competencias académicas a aquellas habilidades que el estudiante ha adquirido para responder ante diferentes contextos de carácter académico [11]. El rendimiento académico en una universidad está determinado por un conjunto de variables como exámenes, intervenciones de clase, trabajos de laboratorio, asistencia y la participación en actividades extra curriculares. En la gestión académica los docentes pueden identificar fácilmente aquellos estudiantes que requieren de una mayor atención y tutoría extra para evitar que desaprobren una o varias materias y su posible deserción de la universidad [12]. Dada la demanda de la información ligada a la identificación de competencias académicas y las formas de mejora, el interés continúa creciendo con respecto a la posibilidad de utilizar los datos de los estudiantes para aprovechar la situación [11].

2.2.1. Competencias generales

Este tipo de competencias se refiere al conjunto de saberes, habilidades, actitudes y valores que se relacionan entre sí, los cuales son determinantes en el éxito profesional, lo cual es adquirido al finalizar la universidad. Este a su vez se divide en dos tipos: competencias básicas, que implican saberes básicos para realizar cualquier tipo de actividad cognitiva y las competencias transversales, las cuales sirven de soporte para el desarrollo satisfactorio del aprendizaje tales como hábitos y actitudes de estudio, pensamiento crítico, organización y jerarquización de la información, etc [13].

2.2.2. Competencias específicas

Este tipo de competencias se refiere al conjunto de destrezas, conocimientos, valores y habilidades específicas relacionadas entre sí que califican a una persona que aspira estudiar una determinada carrera profesional en particular, los cuales forman parte del perfil profesional del egresado a dicha carrera [13].

3 Método de la revisión sistemática de la literatura (III. Definición de la revisión sistemática de la literatura)

La metodología de investigación conocida como la Revisión Sistemática de la Literatura, propuesta por B. Kitchenham en el año 2004 [14], fue seleccionada e implementada para recolectar y analizar toda la información y evidencia disponible acerca del objeto de estudio. Esta metodología incluye una serie de procedimientos delimitados en un protocolo de revisión que especifica los pasos a seguir.

3.1 Necesidad de la revisión sistemática

La revisión sistemática de la literatura que se presenta en este estudio surge a partir de la necesidad de identificar aquellos algoritmos y modelos de redes neuronales existentes para la identificación de competencias académicas. Esta necesidad se fundamenta en la creciente aplicación de algoritmos de redes neuronales en el sector educativo para la identificación de competencias de los estudiantes con el fin de mejorar su rendimiento académico.

TABLA I. ELABORACIÓN DEL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

CAMPO	VALOR
Objeto de estudio	Algoritmos de machine learning en la identificación de competencias académicas
Propósito	Identificar
Foco	Algoritmos
Involucrados	Artificial Intelligence, machine learning, neural networks, competencias académicas

Factores de contexto	Ninguno para este caso
----------------------	------------------------

3.2 Preguntas para la revisión sistemática

Para la formulación de las preguntas de investigación fue necesario tomar como referencia la finalidad de la investigación mencionada anteriormente. En la Tabla se listan las preguntas propuestas y la motivación para cada una de ellas.

Adicionalmente en la Tabla se presentan las preguntas bibliométricas propuestas con el objetivo de tener una visión clara sobre la recurrencia y evolución de estos estudios a través del tiempo.

TABLA II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y MOTIVACIÓN

ID	Preguntas	Motivación
PI-1	¿Qué modelos de redes neuronales existen que ayuden a identificar las competencias académicas y sobre qué tipo de aprendizaje computacional fueron diseñados?	Reconocer aquellos modelos de redes neuronales existentes involucrados con la identificación de competencias académicas y el tipo de aprendizaje en el cual basan su entrenamiento.
PI-2	¿Qué algoritmos de machine learning existen que ayuden a identificar las competencias académicas?	Identificar algoritmos de machine learning para la identificación de competencias académicas
PI-3	¿Cuáles son las características de los algoritmos de machine learning seleccionados que ayudan a identificar competencias académicas?	Identificar las características que presentan los algoritmos de machine learning que ayudan a identificar competencias académicas
PI-4	¿Cuáles son las aplicaciones o productos resultantes de la implementación de estos algoritmos?	Determinar cuáles fueron los resultados de aplicar estos algoritmos para evaluar nuevos campos de aplicación y para generar nuevos temas de investigación

TABLA III. PREGUNTAS BIBLIOMÉTRICAS Y SU MOTIVACIÓN

ID	Preguntas	Motivación
PB-1	¿Cuál es la cantidad de publicaciones por tipo de artículo?	Determinar la cantidad de estudios publicados por tipo de artículo para identificar la concentración de los mismos
PB-2	¿Cómo ha ido creciendo con el tiempo la frecuencia de los artículos acerca de este tópico?	Identificar la frecuencia de los artículos para delimitar su relevancia en el tiempo
PB-3	¿Cuáles son las revistas digitales en las que se ha encontrado artículos relacionados a este tópico?	Identificar las revistas digitales donde ha sido publicado cada artículo para reconocer en cuál de ellos se concentra la mayor cantidad de publicaciones

3.3 Definición de las cadenas de búsqueda

TABLA IV. TÉRMINOS PARA LA CADENA DE BÚSQUEDA: POBLACIÓN

TÉRMINO PRINCIPAL	TÉRMINOS ALTERNOS	JUSTIFICACIÓN
Algoritmos	modelos	Se selecciona algoritmos por ser el objeto en estudio y los términos alternos: modelos por ser cercanos al término principal
Redes Neuronales	genético, decisión, convolucional, predicción, regresión	Se selecciona redes neuronales por ser el objeto en estudio y los términos alternos: genético, decisión, convolucional, predicción, regresión por ser cercanos al término principal. Se incluirán otros algoritmos de machine learning en la búsqueda pero se dará preferencia a los que pertenezcan a redes neuronales.

TABLA V. TÉRMINOS PARA LA CADENA DE BÚSQUEDA: INTERVENCIÓN

TÉRMINO PRINCIPAL	TÉRMINOS ALTERNOS	JUSTIFICACIÓN
competencias académicas	educación, estudiantes, aprendizaje, rendimiento académico	Se selecciona este término por ser el elemento de intervención para la búsqueda de algoritmos de redes neuronales y los términos educación, estudiantes, universitarios, aprendizaje por guardar relación con el término principal

TABLA VI. TÉRMINOS PARA LA CADENA DE BÚSQUEDA: RESULTADOS

TÉRMINO PRINCIPAL	TÉRMINOS ALTERNOS	JUSTIFICACIÓN
Propuestas y experiencias de la aplicación de algoritmos de redes neuronales para la identificación de competencias académicas	propuestas, experiencias, aplicaciones	Se selecciona estos elementos para conocer de cerca las experiencias de investigadores que utilizaron algoritmos de redes neuronales para la identificación de competencias académicas

TABLA VII. TÉRMINOS EN INGLÉS Y CONECTORES LÓGICOS A SER USADOS EN LA BÚSQUEDA

CONCEPTO	TÉRMINOS
Población	(algor* or machine learning) AND (neural net* or model* or genet* or decis* or regres* or pred* or convolut*)
Intervención	("academic*") or ("educ*")
Comparación	No aplica
Resultado	("propo*" or "exper*" or "app*")
Contexto	No aplica

3.4 Criterios de inclusión y exclusión

TABLA VIII. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:	
C.I.1	Todos los artículos provenientes de repositorios digitales indexados serán considerados.
C.I.2	Los artículos deben provenir del área de Inteligencia Artificial.
C.I.3	Se aceptarán artículos que contengan estudios relacionados a algoritmos de redes neuronales.
C.I.4	Se aceptarán artículos que contengan estudios sobre identificación de competencias académicas e intervención de la inteligencia artificial en el sector educativo.
C.I.5	Se considerarán todos los artículos que se encuentren dentro del rango de temporalidad definido (2014-Actualidad).
C.I.6	Se aceptarán artículos en español, inglés o portugués
C.I.7	Se aceptarán artículos provenientes de revistas científicas y conferencias.

TABLA IX. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:	
C.E.1	Serán excluidos aquellos artículos duplicados.
C.E.2	Serán rechazados aquellos artículos de contenido similar, quedándose solo con los que abordan el tema de manera más amplia
C.E.3	Serán excluidos los estudios secundarios, estudios terciarios y de contenido resumido.
C.E.4	Si el título del artículo se desvincula con el objetivo del estudio será excluido

Fuentes de Datos. Los repositorios digitales de investigación indexados considerados por su relevancia científica para la selección de artículos fueron:

- Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>)
- IEEE Xplore (<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>)
- Scielo (<https://scielo.org/en/>)
- SpringerLink (<https://link.springer.com/>)
- ACM (<https://www.acm.org/>)

Procedimiento para la selección de estudios

Se ha considerado el siguiente procedimiento para la selección de artículos en la RSL:

- Paso 1: En una primera instancia se ejecutó la cadena de búsqueda PICO en las bases de datos indexadas anteriormente seleccionadas, aplicando los criterios de inclusión y exclusión

TABLA X. PROCEDIMIENTOS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

PROCEDIMIENTO	CRITERIO DE SELECCIÓN
Paso 1	C.I.1, C.I.2, C.E.1, C.E.2
Paso 2	C.I.3, C.I.4, C.I.5, C.E.3
Paso 3	C.I.6, C.E.3, C.E.4
Paso 4	C.I.7, C.E.2, C.E.3, C.E.4

3.5 Criterios de calidad

TABLA XI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE CALIDAD

Nro	Criterios de evaluación de calidad
1	¿Se ha documentado adecuadamente el método de la investigación en el artículo seleccionado? 2: El método seleccionado ha sido documentado apropiadamente. 1: El método seleccionado ha sido documentado parcialmente. 0: No se ha documentado
2	¿Los métodos de recolección de datos están adecuadamente descritos? 2: El estudio documenta adecuadamente los métodos de recolección de datos 1: El estudio documenta parcialmente los métodos de recolección de datos 0: No se documenta los métodos de recolección de datos
3	¿Se ha delimitado el alcance del estudio de manera concisa? 2: El alcance ha sido documentado claramente. 1: El alcance ha sido parcialmente.

	0: El alcance no ha sido delimitado
4	¿Se ha descrito los aportes a diversas comunidades científicas o educativas? 2: Los aportes del estudio fueron mencionados de manera concisa. 1: Los aportes del estudio han sido mencionados parcialmente. 0: No se han mencionado aportes
5	¿Las conclusiones responden a los objetivos de investigación y tienen desarrollo previo en los resultados? 2: Las conclusiones responden a los objetivos y tienen un desarrollo previo en la sección de los resultados. 1: Las conclusiones responden a los objetivos de forma no tan clara y tienen un desarrollo previo en la sección de los resultados. 0: Las conclusiones responden a los objetivos de forma no tan clara y no tienen un desarrollo previo en la sección de los resultados.
6	¿La investigación estuvo basada en una considerable cantidad de artículos? 2: Sí 1: Parcialmente 0: No
7	¿Los investigadores discuten problemas acerca de la validez/confiabilidad de los resultados? 2: Si se aborda la validez/confiabilidad de los resultados 1: Parcialmente se aborda la validez/confiabilidad de los resultados 0: No se aborda la validez/confiabilidad de los resultados

3.6 Extracción de datos

TABLA XII. PLANTILLA PARA LA EXTRACCIÓN DE DATOS DE UN ESTUDIO PRIMARIO

Criterio	Información	Importancia
Identificador		
Fuente		
Título		
Autores		
Publicación		
Año de Publicación		
Tipo de publicación		
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje		
Algoritmos que intervienen en el modelo		
Características para identificar competencias académicas		
Aplicaciones o productos obtenidos		
Dominio de aplicación		

4 Resultados

De acuerdo a la metodología de Kitchenham [15], habiendo especificado el protocolo de revisión de la literatura se procede a realizar la ejecución de la misma. En esta sección se detalla cada uno de los pasos a realizar.

4.1 Resultados de la búsqueda

TABLA XIII. RESULTADOS DE BÚSQUEDA

Cadena de Búsqueda		
SCIENCE DIRECT	junio 2020	2617
TITLE - ABSTRACT((algor OR neural) AND model* or genet* or decis* or regres* or pred* or convolut*) AND (educ OR academ))		
IEEE Xplore	junio 2020	3720
((("All Metadata":neural network) AND "All Metadata":academic) OR "All Metadata":education) Filter by Publication Topics: Machine Learning (artificial intelligence), neural nets		
Scielo	junio 2020	795
(neural network) AND (education) OR (academic) AND journal_title:("Computación y Sistemas" OR "Ingeniería, investigación y tecnología") AND la:("en" OR "es")		
SpringerLink	junio 2020	249
academic AND education AND "neural network" AND (model* OR or OR genet* OR or OR decis* OR or OR regres* OR or OR pred* OR or OR convolut*) within 2014 - 2020		

ACM	junio 2020	8
[Publication Title: "neural network"] AND [[Publication Title: "academic"] OR [Publication Title: educ*]] AND [Publication Date: (01/01/2014 TO 12/31/2020)]		

4.2 Selección de estudios primarios

Los artículos encontrados en cada repositorio fueron exportados en formato pdf y registrados en formato .xls el cual fue tomado como referencia para realizar la selección de estudios primarios de acuerdo a lo planteado en la sección 4. A continuación se presenta cada uno de los pasos ejecutados para la selección de estudios:

Paso 1: La relación de artículos resultado de la ejecución de una búsqueda avanzada fue ordenada por título para evitar tomar archivos duplicados. La librería indexada que produjo la mayor cantidad de resultados fue IEEE. Asimismo, sobre dicha lista fueron aplicados los criterios de inclusión y exclusión definidos para este paso según la Tabla VIII y la Tabla IX.

Paso 2: A partir de la lista filtrada de artículos del Paso 1, se revisaron los títulos y los resúmenes para proceder con la exclusión de los artículos no relevantes para el objeto de estudio de acuerdo a lo definido en los criterios descritos según la Tabla VIII y la Tabla IX.

Paso 3: Los artículos provenientes del Paso 2, fueron revisados de acuerdo al campo Resumen y excluidos de acuerdo a lo definido en los criterios descritos según la Tabla VIII y la Tabla IX.

Paso 4: Después de haber realizado los filtros pertinentes se procedió con la descarga de los artículos completos de los repositorios indexados. Luego, se procedió con la revisión previa del contenido de los artículos descargados, evaluando principalmente la introducción, las conclusiones, y fueron excluidos los artículos que no tenían relevancia alguna de acuerdo a lo definido en los criterios descritos según la Tabla VIII y la Tabla IX.

En la Tabla XIII se muestran los resultados de la selección de estudios y en el Apéndice A se listan todos los artículos resultantes de dicha selección

TABLA XIV. RESULTADOS DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Base de datos	Artículos descubiertos	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
SCIENCE DIRECT	2617	311	95	14	4
IEEE Xplore	3720	1289	145	14	9
Scielo	795	13	7	3	3
SpringerLink	249	113	66	8	3
ACM	43	38	29	5	2
Total	7424	1764	342	44	21

4.3 Evaluar calidad de los estudios

Sobre la lista resultante de 21 artículos se aplicó los criterios de calidad detallados en la tabla XI. Los resultados de la evaluación se muestran en la tabla XIV.

TABLA XV. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ESTUDIOS

ID	C-1 (método bien document.)	C-2 (método de recolección de data)	C-3 (alcance bien definido)	C-4 (describe aportes a la com. cient.)	C-5 (ilación obj-res)	C-6 (bibliografía)	C-7 (validez)	TOTAL
1	2	2	2	2	2	1	0	11
2	2	1	2	2	2	2	2	13
3	2	2	2	2	2	1	0	11
4	2	2	1	1	2	2	0	10
5	2	2	2	2	2	2	0	12
6	2	2	2	1	2	2	0	11
7	2	1	2	1	2	2	0	10
8	1	2	2	1	2	1	0	9
9	1	2	2	1	2	2	0	10
10	1	2	2	1	2	2	1	11
11	2	1	2	1	1	1	0	8
12	2	2	2	1	2	2	1	12
13	2	2	2	2	2	2	1	13
14	2	2	2	2	2	2	0	12
15	2	2	2	1	2	2	1	12
16	2	2	2	2	2	2	0	12
17	2	2	2	2	2	2	2	14
18	2	2	2	2	2	2	2	14
19	2	2	2	2	2	2	1	13
20	2	1	2	1	2	1	0	9
21	2	1	2	1	2	2	0	10

4.4 Extraer resultados relevantes

En la Tabla XVI se detalla el ejemplo de la extracción de información importante obtenida de uno de los artículos seleccionados. En el Apéndice B se encuentran los formularios de los artículos restantes.

TABLA XVI. EJEMPLO DE EXTRACCIÓN DE DATOS DE UN ESTUDIO PRIMARIO

Criterio	Información	Importancia
Identificador	1	-
Fuente	Science Direct	PB-1
Título	Multi-objective Evolutionary Neural Network to Predict Graduation Success at the United States Military Academy Evolutionary Neural Network to Predict Graduation Success at the United Military	PB-1
Autores	Lesinski, Gene; Corns, Steven	PB-1
Publicación	Procedia Computer Science	PB-3
Año de Publicación	2018	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Strength Pareto Evolutionary Algorithm 2 (SPEA2), Pareto Envelope based Sorting Algorithm (PESA), pareto-based multi-objective evolutionary algorithm (MOEA),	PI-2
Características para identificar competencias académicas	An accurate prediction model can both inform admission decisions as well as identify students requiring remediation	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	application of a pareto-based multi-objective evolutionary algorithm (EA) to evolve the weights and architecture for a classification neural network	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

4.5 Análisis bibliométrico

A. Pregunta de bibliometría 1 (PB-1): ¿Cuál es la cantidad de publicaciones por tipo de artículo?

A partir de la Fig. 3 se puede concluir que de los artículos seleccionados para la RSL con una gran porcentaje de 52% se encuentran los artículos de conferencia, seguido de un 38% los artículos en revista (Journal Article) y finalmente, los artículos académicos (/Scholarly Journals) con un 10%.

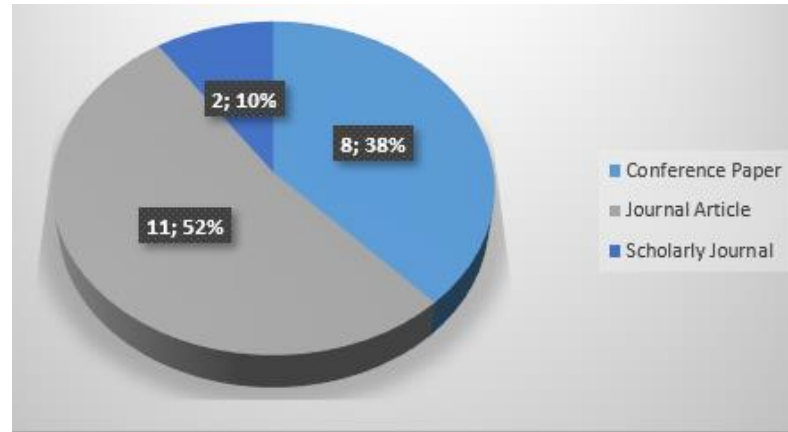


Fig 3. Publicaciones por tipo de artículo

- B. Pregunta de bibliometría 2 (PB-2): ¿Cómo ha ido creciendo con el tiempo la frecuencia de los artículos acerca de este tópico?

A partir del límite de tiempo establecido en uno de los criterios de inclusión detallados en la Tabla VIII se ha evaluado la frecuencia de artículos en la Fig. 4 que hablan sobre identificación de competencias académicas donde se denota un interés equilibrado por este tópico entre los años 2017, 2018 y 2019 con una cantidad de 12 artículos publicados.

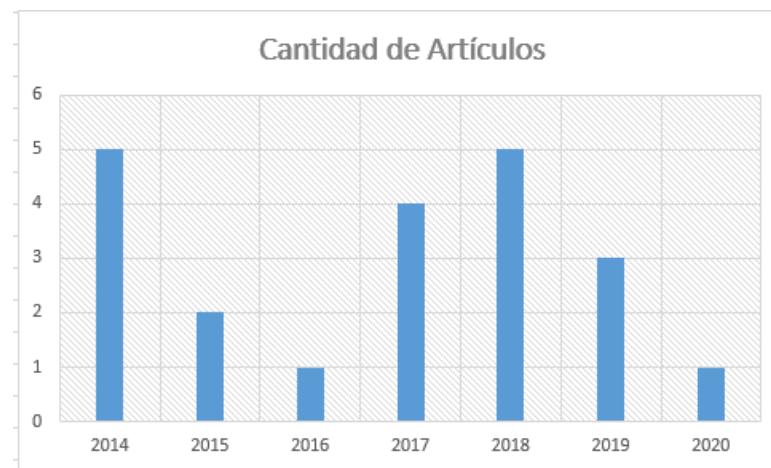


Fig 4. Cantidad de artículos a través del tiempo que hablan de la aplicación de redes neuronales en la identificación de competencias académicas

- C. Pregunta de bibliometría 3 (PB-3): ¿Cuáles son las revistas digitales en las que se ha encontrado artículos relacionados a este tópico?

En la Tabla XVII se especifica la fuente donde se ha sido obtenido cada artículo seleccionado. El principal dominio de aplicación fue Ciencias de la Computación con el subdominio Inteligencia Artificial. Adicionalmente, es posible apreciar otro dominio: la Neurociencia.

TABLA XVII. CANTIDAD DE ARTÍCULOS POR PUBLICACIÓN

Publicación	Cantidad
Procedia Computer Science	3

Computers in Human Behavior	1
Souvenir of the 2014 IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2014	1
IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON	3
Latin-America Congress on Computational Intelligence, LA-CCI 2015	1
Proceedings - 2017 9th International Conference on Knowledge and Systems Engineering, KSE 2017	2
Proceedings - International Conference on Developments in eSystems Engineering, DeSE	1
10th International Conference on Information and Communication Systems, ICICS 2019	1
Revista Electrónica Nova Scientia	1
Revista Electrónica de Investigación Educativa	1
Formación universitaria	1
Neural Computing and Applications	1
Research in Higher Education	1
Cluster Computing	1
ACM Digital Library	2

4.6 Síntesis de los datos extraídos

Después de la ejecución de la revisión sistemática de la literatura definida en la sección 3, se ha seleccionado un total de 21 artículos de los cuales se presenta una lista de algoritmos de redes neuronales que ayudan a la identificación de competencias académicas. Esta lista se encuentra detallada en la Tabla XVIII donde se indica el dominio de aplicación, los algoritmos encontrados, el año de publicación del artículo donde se aplicó el algoritmo y la cantidad de veces que se encontró el algoritmo en ese año. La lista fue ordenada y agrupada según el año de publicación de artículos.

TABLA XVIII. TIPOS DE ALGORITMOS DE REDES NEURONALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS ACADÉMICAS IDENTIFICADOS EN LA REVISIÓN

ID	Dominio de aplicación	Algoritmo de red neuronal	Año	Cantidad
1	Computer Science	k-Nearest Neighbour (k-NN),	2014	2
2	Computer Science	Naïve Bayes (NB)	2014	2
3	Computer Science	Decision Tree (DT)	2014	2
4	Computer Science	Logistic Regression Algorithm	2014	1
5	Computer Science	Support Vector Machine (SVM)	2014	1
6	Computer Science	Error Correction algorithm	2014	1
7	Computer Science	Gradient Descent Backpropagation	2014	1
8	Computer Science	Radial Basis Function	2014	1

9	Computer Science	Levenberg –Marquardt (LM)	2014	1
10	Computer Science	Minimum square Error (MSE)	2014	1
11	Computer Science	kernel gaussiano	2014	1
12	Computer Science	Backpropagation	2015	1
13	Computer Science	genetics algorithms (GAs)	2015	1
14	Computer Science	Cronbach’s alpha	2015	1
15	Computer Science	Backpropagation	2015	1
16	Computer Science	interval estimation algorithm (IEA)	2016	1
17	Computer Science	Levenberg–Marquardt	2016	1
18	Computer Science	Backpropagation	2016	1
19	Computer Science	Naïve Bayes (NB)	2017	2
20	Computer Science	Decision Tree (DT)	2017	2
21	Computer Science	Gravitational Search Algorithm (GSA)	2017	1
22	Computer Science	k-Nearest Neighbour (k-NN),	2017	1
23	Computer Science	Backpropagation	2017	1
24	Computer Science	Logistic Regression Algorithm	2017	1
25	Computer Science	Probabilistic Neural Network	2017	1
26	Computer Science	Long Short Term Memory (LSTM)	2017	1
27	Computer Science	Backpropagation through time (BPTT)	2017	1
28	Computer Science	Strength Pareto Evolutionary Algorithm 2 (SPEA2),	2018	1
29	Computer Science	Pareto Envelope based Sorting Algorithm (PESA),	2018	1
30	Computer Science	pareto-based multi-objective evolutionary algorithm (MOEA)	2018	1
31	Computer Science	Long Short Term Memory (LSTM)	2018	1
32	Computer Science	Input Output Hidden Markov Model (IOHMM))	2018	1
33	Computer Science	Decision Tree (DT)	2018	1
34	Computer Science	Naïve Bayes (NB)	2018	1
35	Computer Science	Dragonfly- NN	2018	1
36	Computer Science	Minimum square Error (MSE)	2018	1
37	Computer Science	Root-Mean-Square Error (RMSE)	2018	1
38	Computer Science	Backpropagation	2018	2
39	Computer Science	Backpropagation	2019	3

40	Computer Science	Decision Tree (DT)	2019	2
41	Computer Science	Naïve Bayes (NB)	2019	1
42	Computer Science	CART	2019	1
43	Computer Science	CHAID	2019	1
44	Computer Science	ID3	2019	1
45	Computer Science	Levenberg –Marquardt (LM)	2019	1
46	Computer Science	Minimum square Error (MSE)	2019	1
47	Computer Science	Decision Tree (DT)	2020	1

4.7 Preguntas de investigación

- A. Pregunta de investigación 1 (PI-1): ¿Qué modelos de redes neuronales existen que ayuden a identificar las competencias académicas y sobre qué tipo de aprendizaje computacional fueron diseñados?

De acuerdo a los datos obtenidos de los formularios de extracción de datos se puede observar en la Fig.5 que existe una mayor preferencia en seleccionar las redes neuronales profundas (Deep Neural Network) con un 59% y le sucede el modelo de redes neuronales Bayesianas (Bayesian Neural Network) con un 18%. Por otro lado, en la Fig.5 el tipo de aprendizaje de red neuronal más utilizado fue el Aprendizaje Supervisado.

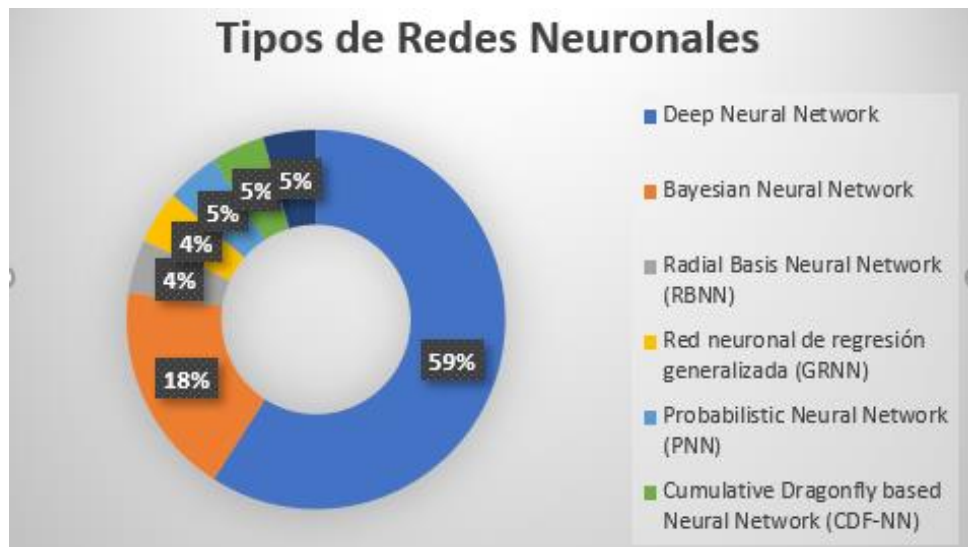


Fig 5. Tipos de redes neuronales encontradas en los formularios de extracción de datos

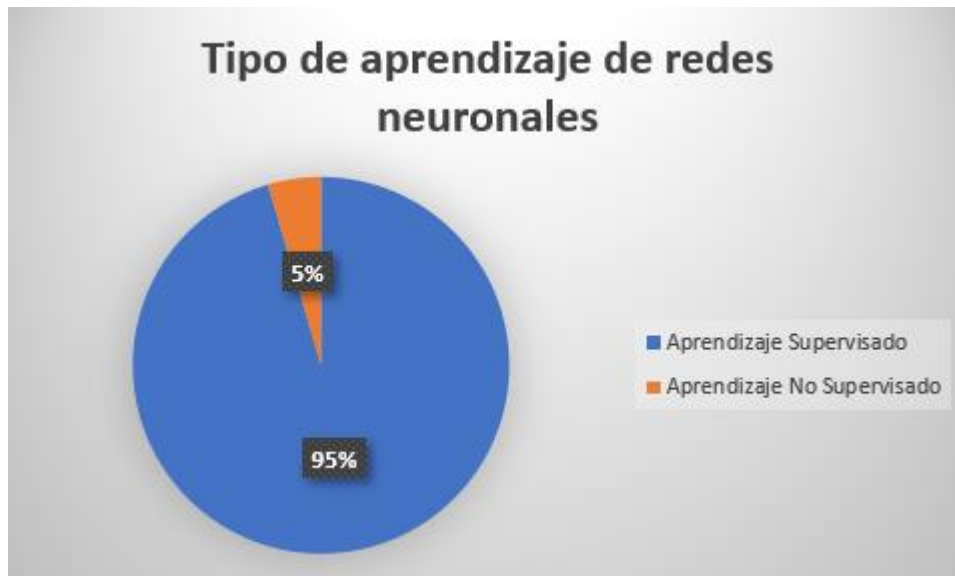


Fig 6. Tipos de aprendizaje de redes neuronales encontradas en los formularios de extracción de datos

- B. Pregunta de investigación 1 (PI-2): ¿Qué algoritmos de machine learning existen que ayuden a identificar las competencias académicas?

En la Fig.7 se muestra los resultados del estudio a partir de los datos extraídos y se observa que el algoritmo más utilizado es el Backpropagation del Perceptrón Multicapa (10) mientras que le suceden el algoritmo de clasificación C.4.5 o Decision Tree (7) y el clasificador probabilístico de Naive Bayes (7).

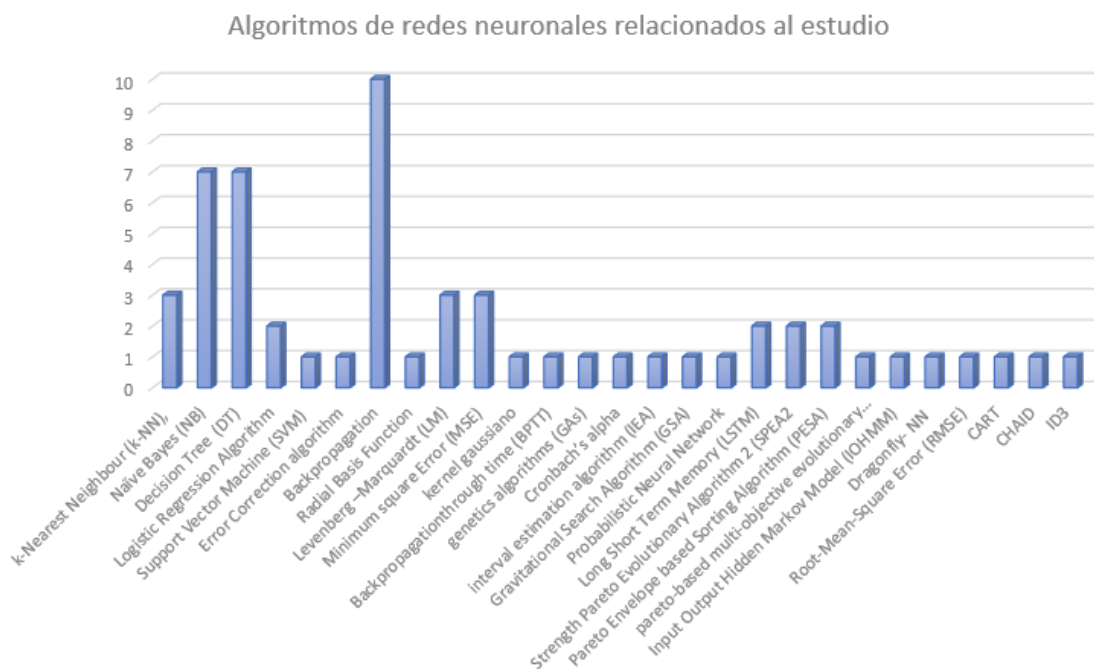


Fig 7. Tipos de aprendizaje de redes neuronales encontradas en los formularios de extracción de datos

- C. Pregunta de investigación 1 (PI-3): ¿Cuáles son las características de los algoritmos de machine learning seleccionados que ayudan a identificar competencias académicas?

A partir del análisis de los objetivos de investigación de los artículos encontrados los autores motivan el uso de los modelos de redes neuronales que aplicaron en la necesidad de resolver problemas tales como:

- Deserción estudiantil
- Detección temprana de alumnos con bajo rendimiento
- Perfilamiento académico
- Mejorar el rendimiento académico
- Predicción de resultados académicos
- Clasificación de factores que afectan el rendimiento académico

Los temas encontrados a partir de la síntesis de datos demuestran la aplicación de algoritmos de machine learning en factores que están relacionados a la identificación de competencias académicas dentro del plano administrativo, laboral, sociocultural y educativo. Este hallazgo a partir de la revisión de la literatura es importante para la generación de nuevos tópicos de investigación.

- D. Pregunta de investigación 1 (PI-4): ¿Cuáles son las aplicaciones o productos resultantes de la implementación de estos algoritmos?

Los resultados de la extracción de datos observados en el Apéndice B y sintetizada en la Figura 8 demostraron que la mayoría de aplicaciones de algoritmos de redes neuronales se basan en modelos predictivos.



Fig 8. Tipo de aplicación de los algoritmos de redes neuronales encontradas en los formularios de extracción de datos

Los algoritmos de machine learning utilizados para este estudio son de predicción (o regresión) en su mayoría con un 62% ya que hablan de un pronóstico a partir de un conjunto determinado de variables en un conjunto de datos continuo. Por otro lado, el 38% que corresponde a clasificación hace referencia a la agrupación por clase o categorías de un conjunto de elementos.

5 Conclusiones

En esta investigación se ha presentado los resultados de una revisión sistemática aplicada a 21 artículos encontrados en revistas indexadas de alto impacto en el ámbito científico. Por otro lado, se ha respondido a las preguntas de investigación con la ayuda de los formularios de extracción de datos, de donde se encontró que el modelo de red neuronal más frecuentemente utilizado es el Deep Neural Network (DNN), el tipo de aprendizaje más común es el Aprendizaje Supervisado y el algoritmo más utilizado es el Backpropagation (BP); asimismo, se respondieron las preguntas bibliométricas de donde se observó que existe un interés equilibrado por este estudio entre los años 2017 hasta el 2019.

El hallazgo de los tópicos involucrados a la identificación de las competencias académicas a partir del análisis de la extracción de datos expone las dimensiones donde está presente este tema y propone nuevos escenarios para futuros trabajos de investigación.

Este estudio rescata la importancia de contar con un marco metodológico para seleccionar aquellos algoritmos de redes neuronales que apoyan con la identificación de competencias académicas a fin de generar nuevos temas de investigación que aporten un valor significativo a la nueva realidad de la educación virtual que está experimentando el mundo.

6 Referencias

- [1] R. Borgia, "Gamificando un proceso de evaluación de competencias masivo — Un abordaje practico," pp. 1–5, 2016, doi: 10.1109/argencon.2016.7585316.
- [2] M. F. Sikder, M. J. Uddin, and S. Halder, "Predicting students yearly performance using neural network: A case study of BSMRSTU," *2016 5th Int. Conf. Informatics, Electron. Vision, ICIEV 2016*, pp. 524–529, 2016, doi: 10.1109/ICIEV.2016.7760058.
- [3] G. Gray, C. McGuinness, and P. Owende, "An application of classification models to predict learner progression in tertiary education," *Souvenir 2014 IEEE Int. Adv. Comput. Conf. IACC 2014*, pp. 549–554, 2014, doi: 10.1109/IAdCC.2014.6779384.
- [4] H. T. Binh and B. T. Duy, "Predicting Students' performance based on learning style by using artificial neural networks," *Proc. - 2017 9th Int. Conf. Knowl. Syst. Eng. KSE 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 48–53, 2017, doi: 10.1109/KSE.2017.8119433.
- [5] A. B. U. Nájera and J. de la Calleja Mora, "Brief review of educational applications using data mining and machine learning," *Rev. Electron. Investig. Educ.*, vol. 19, no. 4, pp. 84–96, 2017, doi: 10.24320/redie.2017.19.4.1305.
- [6] A. Altamirano-Corro and R. del R. Peniche-Vera, "Metodología AED-RNA para la estimación de la eficiencia institucional: El caso de las dependencias de educación superior (DES) de ingeniería de México," *Nov. Sci.*, vol. 6, no. 12, p. 356, 2014, doi: 10.21640/ns.v6i12.59.
- [7] Y. S. Alsaman, N. Khamees Abu Halemah, E. S. Alnagi, and W. Salameh, "Using Decision Tree and Artificial Neural Network to Predict Students Academic Performance," *2019 10th Int. Conf. Inf. Commun. Syst. ICICS 2019*, pp. 104–109, 2019, doi: 10.1109/IACS.2019.8809106.
- [8] S. Warren, McCulloch, and W. Pitts, "A LOGICAL CALCULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITY WARREN," *Bull. Math. Biophys.*, vol. 5, 1943, doi: 10.1007/978-3-030-01370-7_61.
- [9] C. H. Weng, T. C. K. Huang, and R. P. Han, "Disease prediction with different types of neural network classifiers," *Telemat. Informatics*, vol. 33, no. 2, pp. 277–292, 2016, doi: 10.1016/j.tele.2015.08.006.
- [10] M. Paliwal and U. A. Kumar, "A study of academic performance of business school graduates using neural network and statistical techniques," *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 4, pp. 7865–7872, 2009, doi: 10.1016/j.eswa.2008.11.003.
- [11] M. Alloghani, D. Al-Jumeily, A. Hussain, A. J. Aljaaf, J. Mustafina, and E. Petrov, "Application of machine learning on student data for the appraisal of academic performance," *Proc. - Int. Conf. Dev. eSystems Eng. DeSE*, vol. 2018-Septe, pp. 157–162, 2019, doi: 10.1109/DeSE.2018.00038.
- [12] O. A. Echegaray-Calderon and D. Barrios-Aranibar, "Optimal selection of factors using Genetic Algorithms and Neural Networks for the prediction of students' academic performance," *2015 Latin-America Congr. Comput. Intell. LA-CCI 2015*, 2016, doi: 10.1109/LA-CCI.2015.7435976.
- [13] M. Latorre Ariño, "Las competencias y sus clases," pp. 1–7, 2016.

- [14] B. Kitchenham, "Procedures for Performing Systematic Reviews," vol. 37, no. 1, pp. 79–83, 2004, doi: 10.5144/0256-4947.2017.79.
- [15] B. Kitchenham, O. Pearl Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, and S. Linkman, "Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 51, no. 1, pp. 7–15, 2009, doi: 10.1016/j.infsof.2008.09.009.

7 Apéndice

A. Artículos seleccionados

ID	Repositorio	Título	Autores	Año	Tipo de Documento
1	Science Direct	Multi-objective Evolutionary Neural Network to Predict Graduation Success at the United States Military Academy Evolutionary Neural Network to Predict Graduation Success at the United Military	Lesinski, Gene Corns, Steven	2018	Journal Article
2	Science Direct	Predicting academic performance of students from VLE big data using deep learning models	Waheed, Hajra Hassan, Saeed Ul Aljohani, Naif Radi Hardman, Julie Alelyani, Salem Nawaz, Raheel	2018	Journal Article
3	Science Direct	Analysis of the indicator's performance to predict Indonesian Teacher Engagement Index (ITEI) using artificial neural networks	Rabiha, Sucianna Ghadati Sasmoko	2019	Journal Article
4	Science Direct	Assembly of classifiers to determine the academic profile of students	Silva, Jesus Rojas, Karina Senior, Alexa Barrios, Rosio Vargas, Carlos Silva, Jesus Rojas, Karina Senior, Alexa Vargas, Carlos	2020	Journal Article
5	IEEE	An application of classification models to predict learner progression in tertiary education	Gray, Geraldine McGuinness, Colm Owende, Philip	2014	Conference Paper
6	IEEE	An Enhanced Bayesian Network Model for Prediction of Students' Academic Performance in Engineering Programs	Ashkan Sharabiani, Fazle Karim, Anooshiravan Sharabiani, Mariya Atanasov, Houshang Darabi,	2014	Conference Paper
7	IEEE	Dynamical Evaluation Of Academic Performance In E-learning Systems Using Neural Networks Modeling (Time Response Approach)	Mustafa, Hassan M.H. Al-Hamadi, Ayoub Dladlu, Nosipho Al-Shenawy, Nada M. El-Qwasmeh, Eyas	2014	Conference Paper
8	IEEE	Neural Network and Linear	Mohd Arsad, Pauziah	2014	Conference

		Regression methods for prediction of students' academic achievement	Buniamin, Norlida Ab Manan, Jamalul Lail		Paper
9	IEEE	Optimal selection of factors using Genetic Algorithms and Neural Networks for the prediction of students' academic performance	Echegaray-Calderon, Omar Augusto Barrios-Aranibar, Dennis	2015	Conference Paper
10	IEEE	Predicting Students' performance based on learning style by using artificial neural networks	Binh, Hoang Tieu Duy, Bui The	2015	Conference Paper
11	IEEE	Prediction of academic performance using gravitational search based neural network algorithm	Chaudhary, Somendra Imran, Abdul Kolekar, Sucheta V.	2017	Conference Paper
12	IEEE	Application of machine learning on student data for the appraisal of academic performance	Alloghani, Mohamed Al-Jumeily, Dhiya Hussain, Abir Aljaaf, Ahmed J. Mustafina, Jamila Petrov, Egor	2018	Conference Paper
13	IEEE	Using Decision Tree and Artificial Neural Network to Predict Students Academic Performance	Alsaman, Yasmeeen Shaher Khamees Abu Halemah, Nancy Alnagi, Eman Saleh Salameh, Walid	2019	Journal Article
14	Scielo	Metodología AED-RNA para la estimación de la eficiencia institucional: El caso de las dependencias de educación superior (DES) de ingeniería de México	Altamirano-Corro, Antonio Peniche-Vera, Rebeca del Rocío	2014	Journal Article
15	Scielo	Brief review of educational applications using data mining and machine learning	Nájera, Argelia Berenice Urbina de la Calleja Mora, Jorge	2017	Scholarly Journal
16	Scielo	Extracción de Conocimiento para la Predicción y Análisis de los Resultados de la Prueba de Calidad de la Educación Superior en Colombia	García-González, José R. Sánchez-Sánchez, Paola A. Orozco, Manuel Obredor, Sergio	2019	Scholarly Journal
17	SpringerLink	A neural network-based intelligent cognitive state recognizer for confidence-based e-learning system	Bhattacharya, Suman Roy, Samir Chowdhury, Sankhayan	2016	Journal Article
18	SpringerLink	Predicting Engineering Student Attrition Risk Using a Probabilistic Neural Network and Comparing Results with a Backpropagation Neural Network and Logistic Regression	Mason, Cindi Twomey, Janet Wright, David Whitman, Lawrence	2017	Journal Article
19	SpringerLink	Map-Reduce framework based cluster architecture for academic student 's performance prediction using cumulative	Akhade, Sushma Reshma, S A Kale Vigneshwar, Patil M	2018	Journal Article

		dragonfly based neural network			
20	ACM	A Neural Network Approach for Students ' Performance Prediction	Okubo, F	2017	Journal Article
21	ACM	A Data Mining Approach for Prediction of Students ' Depression Using Logistic Regression And Artificial Neural Network	Mohd, Norhatta Yahya, Yasmin	2018	Journal Article

B. Formularios de extracción de datos

Las tablas que se muestran a continuación son los formularios de extracción de datos relevantes de los artículos seleccionados que fueron de utilidad para responder las preguntas de investigación.

Criterio	Información	Importancia
Identificador	1	-
Fuente	Science Direct	PB-1
Título	Multi-objective Evolutionary Neural Network to Predict Graduation Success at the United States Military Academy Evolutionary Neural Network to Predict Graduation Success at the United Military	PB-1
Autores	Lesinski, Gene; Corns, Steven	PB-1
Publicación	Procedia Computer Science	PB-3
Año de Publicación	2018	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Strength Pareto Evolutionary Algorithm 2 (SPEA2), Pareto Envelope based Sorting Algorithm (PESA), pareto-based multi-objective evolutionary algorithm (MOEA)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Un modelo predictivo preciso para informar las decisiones de admisión así como para identificar los estudiantes que requieran de apoyo extra.	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Aplicación de un algoritmo pareto-based multi-objective evolutionary algorithm (EA) para tomar los pesos y la arquitectura para un modelo de red neuronal de clasificación para predecir el éxito de graduación de la escuela militar	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	2	-
Fuente	Science Direct	PB-1
Título	Predicting academic performance of students from VLE big data using deep learning models	PB-1

Autores	Waheed, Hajra; Hassan, Saeed Ul; Aljohani, Naif Radi; Hardman, Julie; Alelyani, Salem; Nawaz, Raheel	PB-1
Publicación	Computers in Human Behavior	PB-3
Año de Publicación	2018	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network (DNN), Recurrent Neural Network (RNN)/ Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Long Short Term Memory (LSTM), Input Output Hidden Markov Model (IOHMM))	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Encontrar el modelo de red neuronal adecuado para el apoyo pedagógico facilitando la toma de decisiones en la educación superior apuntando hacia una educación sustentable.	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Predictive Deep Learning Model for Virtual Learning Environments (VLE)	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	3	-
Fuente	Science Direct	PB-1
Título	Analysis of the indicator's performance to predict Indonesian Teacher Engagement Index (ITEI) using artificial neural networks	PB-1
Autores	Rabiha, Sucianna Ghadati, Sasmoko	PB-1
Publicación	Procedia Computer Science	PB-3
Año de Publicación	2019	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Backpropagation, Multi-Layer Perceptron (MLP)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Conocer el rendimiento de cada dimensión del ITEI podrá ser usado para perfilar a los docentes y será la base para establecer políticas y estrategias para mejorar su compromiso con el entorno estudiantil.	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Neural Network model to predict Indonesian Teacher Engagement Index	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	4	-

Fuente	Science Direct	PB-1
Título	Assembly of classifiers to determine the academic profile of students	PB-1
Autores	Silva, Jesus; Rojas, Karina; Senior, Alexa; Barrios, Rosio; Vargas, Carlos; Silva, Jesus; Rojas, Karina; Senior, Alexa; Vargas, Carlos	PB-1
Publicación	Procedia Computer Science	PB-3
Año de Publicación	2020	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Decision Tree Algorithm (C4.5)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Generar una colección de clasificadores para determinar el perfil académico de un estudiante basado en sus promedios ponderados usando factores educacionales	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Sintetizador de clasificadores de perfil estudiantil construido con redes neuronales	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	5	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	An application of classification models to predict learner progression in tertiary education	PB-1
Autores	Gray, Geraldine; McGuinness, Colm, Owende, Philip	PB-1
Publicación	Souvenir of the 2014 IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2014	PB-3
Año de Publicación	2014	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	k-Nearest Neighbour (k-NN), Naïve Bayes (NB), Decision Tree (DT), Logistic Regression, Support Vector Machine with Anova kernel function (SVM)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Aplicar modelos de clasificación (incluyendo redes neuronales) para identificar a aquellos estudiantes que fallan en su primer año de estudios.	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Análisis comparativo de seis modelos de clasificación (lineales y no lineales)	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	6	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	An Enhanced Bayesian Network Model for Prediction of Students' Academic Performance in Engineering Programs	PB-1
Autores	Lesinski, Gene; Corns, Steven	PB-1
Publicación	IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON	PB-3
Año de Publicación	2014	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Bayesian Neural Network / Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Decision Tree (DT), Naïve Bayes(NB), KNN(K-nearest Neighbors)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Predecir el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería con la ayuda de un <i>framework</i> basado en redes Bayesianas ofreciendo objetivamente como resultado las posibles notas de los tres cursos que tienen mayor peso en el segundo semestre de su carrera	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	<i>framework</i> basado en Redes Bayesianas para predecir el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	7	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Dynamical Evaluation Of Academic Performance In E-learning Systems Using Neural Networks Modeling (time response approach)	PB-1
Autores	Mustafa, Hassan M.H.; Al-Hamadi, Ayoub; Dladlu, Nosipho; Al-Shenawy, Nada M.; El-Qwasmeh, Eyas	PB-1
Publicación	IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON	PB-3
Año de Publicación	2014	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Supervised Learning, Unsupervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Error Correction algorithm	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Con la ayuda de redes neuronales artificiales crear un modelo para la evaluación de rendimiento académico en sistemas de aprendizaje electrónico basado en la respuesta oportuna del alumno hasta lograr la convergencia del aprendizaje (lo que se desea obtener)	PI-3
Aplicaciones o productos	Programa de simulación de rendimiento académico estudiantil	PI-4

obtenidos		
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	8	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Neural Network and Linear Regression methods for prediction of students' academic achievement	PB-1
Autores	Mohd Arsad, Pauziah; Buniyamin, Norlida; Ab Manan, Jamalul Lail	PB-1
Publicación	IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON	PB-3
Año de Publicación	2014	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Radial Basis Neural Network (RBNN)/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Gradient Descent Backpropagation, Radial Basis Function, Levenberg – Marquardt (LM), Minimum square Error (MSE) para la validación	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Con la ayuda de una red neuronal artificial predecir el rendimiento académico de estudiantes presentando una comparación entre el curso de Inglés y otros cursos fundamentales sobre el ponderado final de los estudiantes donde los resultados de los cursos fundamentales se usaron como variables independientes o variables predictoras de entrada, mientras que CGPA (promedio general acumulado) en el semestre final que es en el semestre ocho se usa como salida o variable dependiente	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Modelo de red neuronal de predicción de resultados académico basado en las notas de cursos fundamentales y del curso de Inglés	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	9	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Optimal selection of factors using Genetic Algorithms and Neural Networks for the prediction of students' academic performance	PB-1
Autores	Echegaray-Calderon, Omar Augusto; Barrios-Aranibar, Dennis	PB-1
Publicación	Latin-America Congress on Computational Intelligence, LA-CCI 2015	PB-3
Año de Publicación	2015	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo	Bayesian Neural Network (BNN), Deep Neural Network	PI-1

de aprendizaje	(DNN)/Supervised Learning	
Algoritmos que intervienen en el modelo	Back Propagation (BP), genetics algorithms (GAs)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Utilizar algoritmos genéticos con una red neuronal artificial para predecir el éxito académico en entornos de educación superior	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Modelo de red neuronal artificial con algoritmos genéticos para predecir el éxito académico en entornos de educación superior	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	10	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Predicting Students' performance based on learning style by using artificial neural networks	PB-1
Autores	Lesinski, Gene; Corns, Steven	PB-1
Publicación	Proceedings - 2017 9th International Conference on Knowledge and Systems Engineering, KSE 2017	PB-3
Año de Publicación	2015	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	Cronbach's alpha, Perceptrón Multicapa (MLP)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Construir una red neuronal artificial para predecir el rendimiento académico basado en el estilo de aprendizaje de los estudiantes	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Modelo de red neuronal para predecir el rendimiento académico basado en el estilo de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados pueden ser aplicados en entornos de aprendizaje electrónico para construir un modelo personalizado para apoyar a los estudiantes	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	11	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Prediction of academic performance using gravitational search based neural network algorithm	PB-1
Autores	Chaudhary, Somendra; Imran, Abdul; Kolekar, Sucheta V.	PB-1
Publicación	Proceedings of the International Conference on Inventive Computing and Informatics, ICICI 2017	PB-3

Año de Publicación	2017	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo	clasificador de Naive Bayes, clasificadores de Árbol de Decisiones (C4.5) y Neural Networks (Feedforward Neural Networks) usando algoritmos de búsqueda gravitacional	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Identificar a aquellos alumnos que están en riesgo de fallar en una etapa temprana y obtener aquellos componentes que impactan en el bajo rendimiento del alumno con la ayuda de clasificadores de Bayes, clasificadores de árbol de decisiones y redes neuronales artificiales usando el algoritmo de búsqueda gravitacional	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Programa para predecir el rendimiento académico usando una red neuronal basada en búsqueda gravitacional	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

criterio	Información	Importancia
Identificador	12	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Application of machine learning on student data for the appraisal of academic performance	PB-1
Autores	Alloghani, Mohamed; Al-Jumeily, Dhiya; Hussain, Abir; Aljaaf, Ahmed J.; Mustafina, Jamila; Petrov, Egor	PB-1
Publicación	Proceedings - International Conference on Developments in eSystems Engineering, DeSE	PB-3
Año de Publicación	2018	PB-2
Tipo de publicación	Conference Paper	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	decision tree, neural network, Naïve Bayes algorithms.	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Explorar técnicas educativas de minería de datos junto con algunos del análisis de aprendizaje emergente con el objetivo de obtener información de algunos de los patrones de aprendizaje más comunes entre los estudiantes con ayuda de árboles de decisión, redes neuronales y algoritmos de Naïve Bayes	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Herramienta de machine learning para predecir el aprovechamiento académico de los estudiantes basado en sus patrones de aprendizaje	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

criterio	Información	Importancia
----------	-------------	-------------

Identificador	13	-
Fuente	IEEE	PB-1
Título	Using Decision Tree and Artificial Neural Network to Predict Students Academic Performance	PB-1
Autores	Als Salman, Yasmeen Shaher; Khamees Abu Halemah, Nancy; Alnagi, Eman Saleh; Salameh, Walid	PB-1
Publicación	10th International Conference on Information and Communication Systems, ICICS 2019	PB-3
Año de Publicación	2019	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	feed-forward MLP with back-propagation algorithm, decision tree algorithm (J48), Naive Bayes algorithm, CART, CHAID, ID3, C4.5	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Utilizar dos técnicas de clasificación: Decision Tree (J48) y redes neuronales artificiales para construir un modelo de clasificación que pueda predecir el rendimiento académico de los estudiantes en escuelas o universidades	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	modelo de clasificación basado en árbol de decisiones y redes neuronales artificiales para predecir el rendimiento académico de los estudiantes en escuelas o universidades	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	14	-
Fuente	Scielo	PB-1
Título	Metodología AED-RNA para la estimación de la eficiencia institucional: El caso de las dependencias de educación superior (DES) de ingeniería de México	PB-1
Autores	Altamirano-Corro, Antonio; Peniche-Vera, Rebeca del Rocío	PB-1
Publicación	Revista Electrónica Nova Scientia	PB-3
Año de Publicación	2014	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Red neuronal de regresión generalizada (GRNN) /Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	kernel gaussiano	PI-2
Características para identificar competencias	Utilizar el Análisis Envolvente de Datos (AED) combinado con Redes Neuronales Artificiales (RNA) para el análisis de la eficiencia institucional	PI-3

académicas		
Aplicaciones o productos obtenidos	marco de trabajo de Análisis Envolvente de Datos (AED) combinado con Redes Neuronales Artificiales (RNA) para el análisis de la eficiencia institucional	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	15	-
Fuente	Scielo	PB-1
Título	Brief review of educational applications using data mining and machine learning	PB-1
Autores	Nájera, Argelia Berenice; Urbina; de la Calleja Mora, Jorge	PB-1
Publicación	Revista Electrónica de Investigación Educativa	PB-3
Año de Publicación	2017	PB-2
Tipo de publicación	Scholarly Journal	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Bayesian Neural Network, Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	k-nearest neighbor algorithm, clasificador de Naive Bayes, árboles de decisión	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Ofrecer un panorama de diversas aplicaciones de machine learning y data mining en el campo de la educación, principalmente aquellos que tienen éxito en la comunidad, es decir, aquellos que utilizan redes neuronales artificiales, árboles de decisiones, aprendizaje bayesiano y métodos basados en instancias	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Orange, RapidMiner, Apache Mahout, Rattle, KNIME, DMelt	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	16	-
Fuente	Scielo	PB-1
Título	Extracción de Conocimiento para la Predicción y Análisis de los Resultados de la Prueba de Calidad de la Educación Superior en Colombia	PB-1
Autores	García-González, José R.; Sánchez-Sánchez, Paola A.; Orozco, Manuel; Obredor, Sergio	PB-1
Publicación	Formación universitaria	PB-3
Año de Publicación	2019	PB-2
Tipo de publicación	Scholarly Journal	PB-1

Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	Levenberg-Marquardt backpropagation, algoritmo de error cuadrático (MSE)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Predecir los resultados del test de calidad de educación superior colombiano - Saber Pro utilizando redes neuronales artificiales como técnica de minería de datos	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	programa de predicción del test de calidad de educación superior colombiano - Saber Pro utilizando redes neuronales artificiales	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	17	-
Fuente	SpringerLink	PB-1
Título	A neural network-based intelligent cognitive state recognizer for confidence-based e-learning system	PB-1
Autores	Bhattacharya, Suman; Roy, Samir; Chowdhury, Sankhayan	PB-1
Publicación	Neural Computing and Applications	PB-3
Año de Publicación	2016	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Bayesian Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	interval estimation algorithm (IEA), Levenberg–Marquardt back propagation	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Crear un sistema de aprendizaje electrónico basado en la confianza y el conocimiento usando redes neuronales artificiales para reconocer el estado cognitivo de un estudiante en un entorno digital	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Sistema de aprendizaje electrónico basado en la confianza (CBeL system)	PI-4
Dominio de aplicación	Neuroscience , Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	18	-
Fuente	SpringerLink	PB-1
Título	Predicting Engineering Student Attrition Risk Using a Probabilistic Neural Network and Comparing Results with a Backpropagation Neural Network and Logistic Regression	PB-1
Autores	Lesinski, Gene; Corns, Steven	PB-1
Publicación	Research in Higher Education	PB-3

Año de Publicación	2017	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network, Probabilistic Neural Network (PNN)/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	back-propagation algorithm, Logistic Regression algorithm, Probabilistic Neural Network	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Introducir redes neuronales probabilísticas al estudio de la predicción de la retención de estudiantes de ingeniería y comparar los resultados con otros métodos comúnmente usados en este campo de estudio	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Análisis comparativo entre una red neuronal probabilística, una red neuronal de backpropagation y regresión logística para predecir el riesgo de deserción estudiantil en estudiantes de ingeniería	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Apellido	Apellido	Apellido
Criterio	Información	Importancia
Identificador	19	-
Fuente	SpringerLink	PB-1
Título	Map-Reduce framework based cluster architecture for academic student ' s performance prediction using cumulative dragonfly based neural network	PB-1
Autores	Akhade, Sushma; Reshma, S A Kale; Vigneshwar, Patil M	PB-1
Publicación	Cluster Computing	PB-3
Año de Publicación	2018	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Cumulative Dragonfly based Neural Network (CDF-NN) / Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	Dragonfly- NN, Back propagation algorithm, MSE and RMSE (evaluación).	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Proponer una arquitectura de reducción de mapa basado en Cumulative Dragonfly based Neural Network (CDF-NN) para predecir el rendimiento académico de estudiantes	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Marco de trabajo de reducción de mapa basado en Cumulative Dragonfly based Neural Network (CDF-NN) para predecir el rendimiento académico de estudiantes	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Apellido	Apellido	Apellido
Criterio	Información	Importancia
Identificador	20	-

Fuente	ACM	PB-1
Título	A Neural Network Approach for Students ' Performance Prediction	PB-1
Autores	Okubo, F	PB-1
Publicación	ACM Digital Library	PB-3
Año de Publicación	2017	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Recurrent Neural Network (RNN) / Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	Long Short Term Memory (LSTM), Backpropagation through time (BPTT)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Predecir las notas finales de los estudiantes con la ayuda de redes neuronales recurrentes a partir de la data histórica en los sistemas educativos	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Modelo de red neuronal recurrente para predecir las notas finales de los estudiantes	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-

Criterio	Información	Importancia
Identificador	21	-
Fuente	ACM	PB-1
Título	A Data Mining Approach for Prediction of Students' Depression Using Logistic Regression and Artificial Neural Network	PB-1
Autores	Mohd, Norhatta; Yahya, Yasmin	PB-1
Publicación	ACM Digital Library	PB-3
Año de Publicación	2018	PB-2
Tipo de publicación	Journal Article	PB-1
Tipo de red neuronal/tipo de aprendizaje	Deep Neural Network/Supervised Learning	PI-1
Algoritmos que intervienen en el modelo de red neuronal	Backpropagation algorithm (BP)	PI-2
Características para identificar competencias académicas	Comparar diferentes algoritmos de data mining para predecir la depresión en estudiantes a partir de diversos factores intrapersonales e interpersonales	PI-3
Aplicaciones o productos obtenidos	Análisis comparativo de algoritmos de data mining para predecir la depresión en estudiantes	PI-4
Dominio de aplicación	Computer Science / Artificial Intelligence	-