

Predictive models of knowledge management in virtual education

Victor Hugo Medina Garcia, PhD¹, Ana Victoria Aullon Motta, Est¹ María Daniela Ariza Ariza, Est¹

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, vmedina@udistrital.edu.co,
aullonl@correo.udistrital.edu.co, mariza@correo.udistrital.edu.co

Abstract -- This paper establishes a review of the state of the art of knowledge management models in education, as well as predictive models in order to establish the approach of a predictive model of knowledge management in virtual education that allows to know the future behavior of students who access certain virtual studie.

Keywords – virtual education, knowledge management, predictive models.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.444>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Modelo predictivo de gestión del conocimiento en educación virtual

Victor Hugo Medina Garcia, PhD¹, Ana Victoria Aullon Motta, Est¹ María Daniela Ariza Ariza, Est¹

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, vmedina@udistrital.edu.co, aaullonl@correo.udistrital.edu.co, mariza@correo.udistrital.edu.co

Resumen– En el presente trabajo se establece una revisión del estado del arte de los modelos de gestión de conocimiento en la educación, así como de modelos predictivos con el fin de establecer el planteamiento de un modelo predictivo de gestión del conocimiento en la educación virtual que permita conocer el comportamiento futuro de los estudiantes que accedan a determinados estudios virtuales.

Keywords– Educación virtual, gestión del conocimiento, modelos predictivos, TIC's.

Abstract– This paper establishes a review of the state of the art of knowledge management models in education, as well as predictive models in order to establish the approach of a predictive model of knowledge management in virtual education that allows to know the future behavior of students who access certain virtual studies.

Keywords– virtual education, knowledge management, predictive models.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología y la informática poco a poco han ido revolucionando el ámbito educativo y el mundo en general, estas herramientas actualmente son las más utilizadas para la búsqueda de información y adquisición de conocimiento. Durante el siglo XX se inició a hablar y a desarrollar el concepto de educación virtual o también llamada educación a distancia, la cual está basada principalmente en brindar programas académicos a través de internet a aquellas personas que no pueden asistir o no tienen acceso a una institución presencial.

La incorporación de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) en el ámbito educativo ha traído consigo cambios que han permitido que por medio de un ambiente virtual se genere interactividad entre alumnos y profesores apoyando el proceso de generación, desarrollo y transmisión del conocimiento creando competencias basadas en la investigación, innovación, creatividad, etc., además de posibilitar el enriquecimiento en la adquisición de nuevos conocimientos y en la mejora de los ya adquiridos.

Los modelos predictivos permiten realizar un análisis para identificar la correlación entre un conjunto de variables de datos de entrada y una variable de respuesta o destino, buscando siempre tener unas salidas deseadas; pero también existen modelos que solo presentan datos de entrada y en este tipo de modelos lo que se busca es encontrar la relación de unos datos con otros.

En la gestión del conocimiento los modelos predictivos permiten el análisis de datos mediante técnicas estadísticas, dando la posibilidad de obtener respuestas a preguntas que pueden llevar demasiado tiempo en ser resueltas; además de la comprensión del comportamiento de los datos en diferentes contextos.

En este artículo se presentan los conceptos básicos, los modelos predictivos de gestión del conocimiento existentes para la educación virtual y finalmente se propone un modelo predictivo de gestión del conocimiento en la educación virtual.

II. FUNDAMENTACIÓN

Para comprender esta temática se describen a continuación los principales conceptos relacionados.

A. Educación virtual

La educación virtual según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, se define como los programas de formación que tienen como escenario de enseñanza y aprendizaje el ciberespacio [1]. Es por este motivo que cambia los roles tanto del profesor como del estudiante, ya que no es necesario que estén al mismo tiempo y en el mismo espacio.

Es importante definir el rol que tiene los dos actores más importantes en esta modalidad de educación, los cuales son como se mencionó anteriormente los profesores y estudiantes.

Los profesores dejan de ser aquellos quienes transmiten su conocimiento a ser un asesor, motivador y asesor del aprendizaje [2], lo que lo obliga a buscar nuevas herramientas que le permitan motivar y facilitar el aprendizaje por parte de sus estudiantes.

Así mismo el estudiante deja de ser aquel quien escucha el conocimiento que transmite el profesor, y ser una persona más autónoma y responsable de su propio conocimiento. Avanza a su propio ritmo y crece con su propio aprendizaje [2]. En la Fig. 1, propuesta por Guillermo Cardona se establecen los elementos necesarios para constituir una clase virtual, esta es una metodología que se debe de seguir; se muestra las relaciones existentes entre ellos, en donde la internet es el elemento central que permite que la información oportuna

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.444>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

llegue a la sesión de aprendizaje, la cual genera comunicación que debe de ser de vuelta por la internet y así se genera la interrelación entre el profesor y sus estudiantes.



Fig. 1. Interrelación profesor – estudiante. Fuente: [2]

A la hora de decidir tener una educación virtual es necesario tener en cuenta las ventajas y desventajas que representa esta modalidad (Tabla 1); de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia estas son:

TABLA I.
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA EDUCACIÓN VIRTUAL. FUENTE: [3]

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Flexibilidad en los horarios	Se puede percibir como un "medio fácil" de educación.
Los estudiantes perciben educación personalizada	No existe una estructura pedagógica en la información
Facilita seguirle el ritmo al profesor	No hay una relación profesor – estudiante (deshumaniza el proceso de formación)
Estudiante tiene un papel activo en el proceso de formación	Requiere más disciplina y constancia en el proceso de aprendizaje
Permite repetir la lección cuando sea necesario con el fin de analizar la información.	Tiene costos altos de mantenimiento
Amplia el margen de cobertura de la educación.	Requiere establecer una rutina de estudios, que no interfiera con otras actividades.

Con el fin de hacer que la educación virtual tenga mejores herramientas que permitan mejorar los procesos de aprendizaje, se han establecido diferentes modelos en los que se tiene en cuenta cada uno de los actores que hacen parte de estos procesos de aprendizaje.

B. Gestión del conocimiento

Hay muchos conceptos de autores muy reconocidos acerca de lo que significa la gestión del conocimiento, pero en la práctica se puede sintetizar que es un concepto utilizado en las empresas u organizaciones, que pretenden transferir el conocimiento y experiencia existente en los empleados o personas, de modo que pueda ser utilizado como un recurso disponible para otros en la organización [4].

C. Modelos de gestión del conocimiento en la educación

Lo fundamental de la gestión del conocimiento es la transferencia de conocimiento, las instituciones educativas que por definición son instituciones gestoras de conocimiento, deben ofrecer y potenciar todas las actitudes, proyectos y estrategias tendientes a promover la capacidad de ser auténticos gestores. Esto implica una actitud de humildad que dispone al aprendizaje en forma positiva, ya que supone la capacidad de internalizar lo importante que es saber algo nuevo, o conocer algo más de lo que sabíamos. Se necesita reconocer que otros saben más y que pueden compartir y transferir el conocimiento manteniendo una relación de respeto mutuo entre los actores de esta transferencia [5].

Uno de los modelos de Gestión de Conocimiento aplicado en la educación es el *Modelo Pedagógico de Gestión del Conocimiento de Careaga* [6]. En este modelo se contemplan cuatro estados que iteran en un proceso recursivo, estos estados son: *acceso y representación de información, creación y transferencia de conocimiento*.

En el *acceso a la información* existe un conjunto de gestores de conocimiento, los cuales poseen un centro de interés común sobre el cual investigan en distintas fuentes de información.; en esta fase se realiza una investigación de las fuentes de información del tema que se está tratando.

En la *representación de información* los gestores realizan un análisis de los resultados obtenidos en las indagaciones anteriormente realizadas, este tipo de análisis puede ser descriptivo o comprensivo para al final obtener como resultado un aporte al tema de investigación a partir de análisis que realizó el gestor.

En la *creación de conocimiento* los gestores de conocimiento utilizan las fuentes de información obtenidas por sus investigaciones, incorporan su experiencia y sus conocimientos previos para luego generar aportes nuevos al tema en estudio como surgimiento del resultado del razonamiento o aproximaciones prácticas a la cosa, hecho, fenómeno, circunstancia, símbolo o idea conocida

La *transferencia de conocimiento* conlleva a que los gestores tienen la capacidad de difundir los logros obtenidos en redes de gestores de conocimiento, pero ellos también adquirirán conocimiento que otros gestores compartirán.

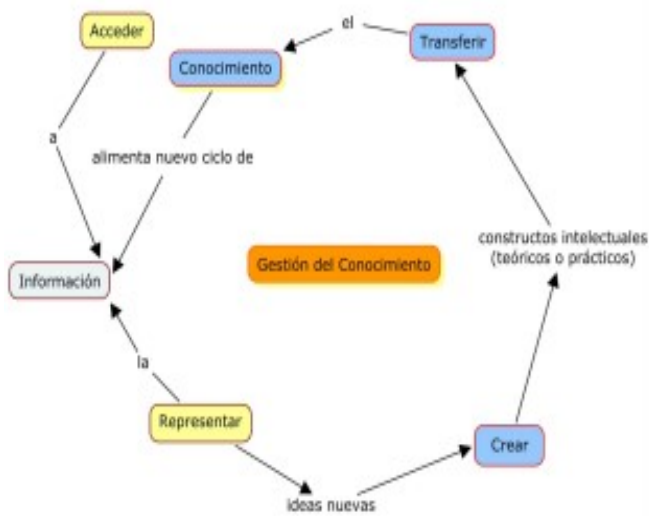


Fig. 2. Circuito Pedagógico de Gestión del Conocimiento. Fuente: [6] M. Careaga (2008)

D. Análisis Predictivo

El análisis predictivo consiste en la tecnología que aprende de la experiencia para predecir el futuro comportamiento de individuos para tomar mejores decisiones; es decir, consiste en la extracción de información de unos datos existentes con el fin de predecir comportamientos futuros, en otras palabras, el análisis predictivo busca establecer la relación existente entre diferentes variables de acontecimientos pasados para luego hacer un análisis y de esta forma predecir posibles situaciones futuras o acontecimientos que no son conocidos [7].

La confiabilidad de las predicciones realizadas con base en el análisis predictivo depende del nivel de análisis de los datos y de la cantidad de datos históricos y actuales que se utilizaron para hacerlo, es recomendable utilizar una cantidad grande de datos ya que estos me permitirán reconocer fácilmente patrones de comportamiento y de esta forma identificas posibles riesgos y oportunidades de las decisiones que se vayan a tomar.

Los avances tecnológicos han sido una herramienta clave que ha proporcionado facilidad el análisis predictivo porque la tecnología permite una mejor recolección de datos respecto a velocidad y cantidad. Actualmente existen diversas técnicas de análisis predictivo las cuales permiten tener un mejor dominio de los datos con el objetivo de tomar decisiones acertadas cuando te encuentras en estados de incertidumbre.

E. Técnicas de análisis predictivo

- **DataMining (Minería de Datos):** Es un conjunto de técnicas y tecnologías que permiten explorar y extraer de grandes bases de datos información significativa que por medio de patrones, tendencias o reglas explica el comportamiento de un conjunto de datos [8] con la finalidad de hacer predicciones de nuevas perspectivas o situaciones futuras.

El dataMining cuenta con 4 etapas básicas que se debe tener en cuenta para cualquier aplicación que se realice (Fig. 3), estos son:

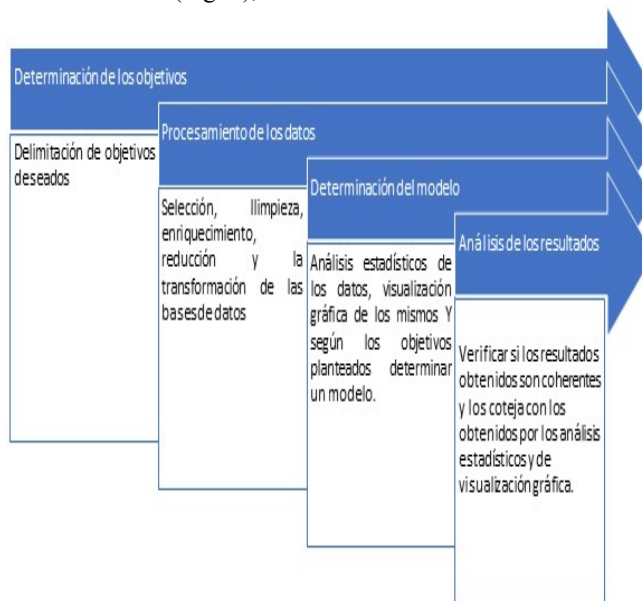


Fig. 3. Etapas básicas para proceso de aplicación. Fuente: Autores.

- **Artificial Intelligence (Inteligencia artificial):** Es un proceso de simulación de la inteligencia humana por parte de máquinas, estas máquinas son capaces de realizar diferentes tareas como razonar, planificar, aprender y entender el lenguaje. El aprendizaje automático puede ser el fenómeno que haga crecer a estos programas de forma más eficiente y efectiva, pero es la estructura de la inteligencia artificial lo que les puede permitir utilizar los datos disponibles y realizar el modelado predictivo requerido para tomar decisiones [9].
- **Machine Learning (aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas):** Es una subdisciplina de la inteligencia artificial que se basa en abordar y solucionar problemas a partir de disciplinas numéricas como lo son el razonamiento probabilístico, investigación basada en la estadística, recuperación de información, y el reconocimiento de patrones; de esta forma las máquinas mediante la ejecución de algoritmos llegan a ser capaces de realizar tareas que comúnmente realizan los humanos [10].
- **Deep learning (aprendizaje profundo o redes neuronales):** Es un modelo simple que imita el comportamiento del cerebro humano, este modelo funciona simultaneando un número elevado de unidades de procesamiento interconectadas que parecen versiones abstractas de neuronas; hay tres partes normalmente en una red neuronal (Fig. 4): una

capa de entrada, con unidades que representan los campos de entrada; una o varias capas ocultas; y una capa de salida, con una unidad o unidades que representa el campo o los campos de destino [11], su finalidad se resume en resolver problemas complejos mediante la utilización de algoritmos convencionales.

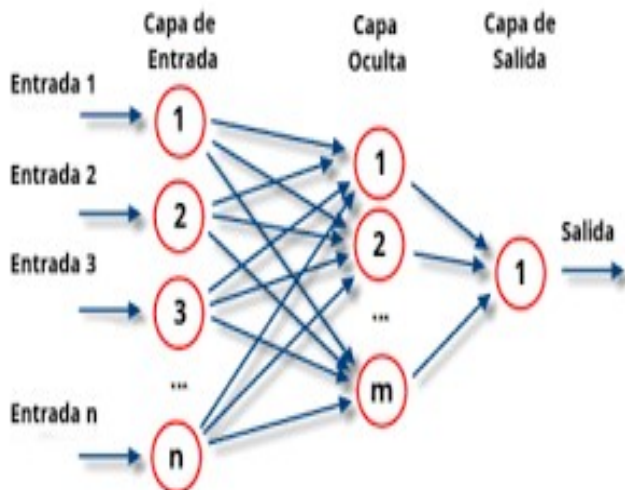


Fig. 4. Red neuronal. Fuente: [12].

F. Modelos de gestión del conocimiento en la educación virtual

Se han establecido diferentes modelos de gestión de conocimiento para la educación en línea, en los que se establece diferentes relaciones entre el estudiante con el texto didáctico, el profesor y el ambiente virtual.



Fig. 5. Factores previos para el planteamiento de un modelo. Fuente: Autores.

Antes de definir los modelos planteados se deben de mencionar cuatro factores, Fig. 2, los cuales se deben tener en cuenta al momento de plantear un modelo de gestión del

conocimiento para la educación en línea. Los objetivos de aprendizaje hacen referencia a los propósitos que debe de tener el currículo académico, los conocimientos previos que tiene el estudiante sobre las asignaturas, los recursos personales es el tiempo con el que cuenta el estudiante para dedicar a el tiempo colaborativo que le brindara el profesor y al tiempo individual, por último, el interés y la voluntad del estudiante el cual tiene que ver con la motivación del estudiante ya que de esto depende el éxito del curso.

Se han planteado varios modelos como:

- *Modelo de relación estudiante – texto didáctico.* En este tipo de modelos es apropiados para procesos en los que es necesario memorizar, codificando, construyendo y actualizando conocimientos. La estrategia didáctica que se utiliza es el uso de tutoriales web, donde es el estudiante establece los tiempos y espacios de acuerdo con su interés. En este caso el estudiante es el único actor, el cual siguiendo las instrucciones del texto logra cumplir los objetivos propuestos. Para que este tipo de modelos tenga éxito se recomienda que es estudiante dedique dos horas a la semana por un periodo de dos meses, aunque el curso lo puede abandonar en cualquier momento
- *Modelo de relación estudiante – texto didáctico – docente* Este modelo es apropiado para actividades de aprendizaje en donde se deben realizar procesos de clasificación y análisis del conocimiento. Es por esto que los docentes deben de intervenir para evaluar el nivel de comprensión por parte del estudiante y así mismo verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos para el curso. La estrategia didáctica que se implementa es resumir caracterizar, procesos de análisis e identificar elementos básicos del contenido programático que se trató. Además, se utilizan cuatro tipos de análisis, los cuales son, oral, textual, estructural y visual.
- *Modelo de relación estudiante – comunidad virtual de aprendizaje* Este tipo de modelos es adecuado cuando se buscan soluciones innovadoras a problemas, debido a que los estudiantes participan en una especie de foro, donde plantean las posibles soluciones de acuerdo con sus puntos de vista, la función de la institución es brindar información que permita orientar a los estudiantes sobre los temas que se están abordando. Además, se establece que el fin de la temática es definida por los estudiantes en el momento que ya no participen.
- *Modelo de gestión del conocimiento en entornos virtuales* En este modelo [13], se plantea la importancia de vincular cada vez más las TIC's al proceso educativo, convirtiéndose este en el puente entre los profesores y los estudiantes. Es por esto que se propone una metodología en módulos, donde cada uno de ellos permite la gestión adecuada para la educación virtual.



Fig. 6. Módulos del modelo planteado de la gestión del conocimiento [10],

Plantea cuatro módulos, los cuales son, autodiagnóstico, gestión de estrategia, definición y aplicación del modelo e indicadores. En donde el primero busca la valoración sobre el sistema actual, donde se van a aplicar módulos en lógica y algoritmos donde se aplicarán: juegos de inteligencia, algoritmos y diagramas de flujo en estructuras secuenciales, ambientes computacionales y módulos de estructuras repetitivas.

En cuanto a la gestión de estrategia se plantea orientar un análisis a las plataformas que se han creado en el nivel anterior, en este nivel se busca verificar y establecer las plataformas que se utilizarán para realizar los procesos de aprendizaje. En cuanto a la definición y aplicación del modelo se busca iniciar la ejecución de los módulos evaluados anteriormente, donde se inicie a implementar cada una de las actividades para que los estudiantes inicien la realización de las actividades.

Por último, se encuentra el módulo de indicadores, en este módulo se busca generar retroalimentación del proceso anteriormente generado con el fin de ir mejorando las plataformas.

III. MODELO PREDICTIVO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA EDUCACIÓN VIRTUAL

Se plantea un modelo general predictivo de gestión del conocimiento en la educación virtual, en donde se tienen en cuenta las características de un modelo predictivo, así como un modelo de gestión del conocimiento.

Este modelo permite a partir de una base de datos inicial determinar la permanencia y éxito de los estudiantes que inician un proceso educativo en un ambiente virtual, teniendo en cuenta diferentes variables como lo son el establecimiento educativo, el curso, su duración, la intensidad horaria diaria, la plataforma que se utiliza.

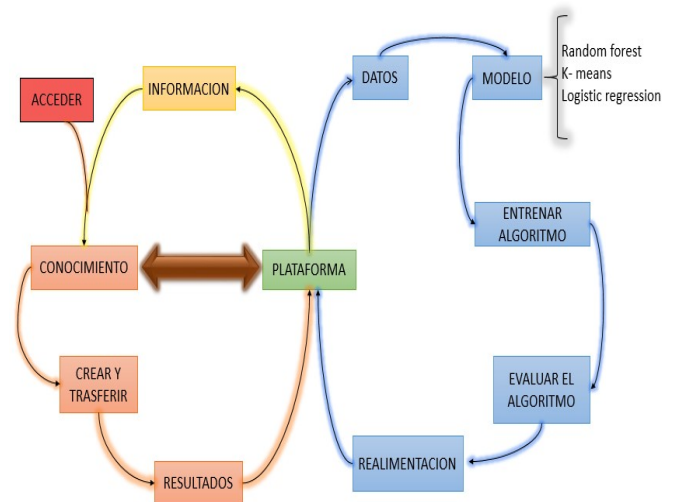


Fig. 7. Esquema del modelo planteado. Fuente: Autores.

El elemento central de este modelo es la plataforma o equipos computacionales en los cuales se van a realizar los procesos de educación y a la vez la plataforma permite realizar dos procesos que se realimentan entre sí.

El modelo plantea que a la plataforma inicialmente tiene una información con la que se va a iniciar el curso virtual, en el momento que un estudiante accede a esta plataforma, esta información se transforma en conocimiento el cual estará en constante contacto con la plataforma, ya que es en este medio donde se establecerá el contacto con el profesor con el fin de establecer que los procesos de aprendizaje son los adecuados, este es un punto crucial ya que puede tomar dos caminos, el primero es que el curso finalice por lo que termina en la plataforma, y esta a su vez convertirá la información inicial del estudiante en datos que entrarán en otro proceso o el estudiante continúa con el proceso de gestión de conocimiento y puede crear o transferir conocimiento generando unos resultados que entrarán a la plataforma, al igual que en el caso anterior se transformara en datos.

Los datos que se obtienen de los resultados del curso y de los estudiantes que participaron de él, inician un pre procesarse y a explorarse con el fin de contar con unos datos depurados que corresponden a las variables que se mencionaron al inicio.

Una vez se tienen estos datos se procede a seleccionar un modelo de acuerdo con las necesidades que se presentan en este momento entre unos modelos que ya están preseleccionados, la primera opción es random forest por medio de este modelo se podrá detectar el fraude de trabajos que entreguen los estudiantes ya sea si terminó el curso en la sección de conocimiento o terminó hasta llegar a los resultados generados, el siguiente modelo es logistic regression con el fin de establecer demandas futuras de estudiantes, niveles de

deserción de estudiantes, entre otros; por último k-means para establecer "inventario" de los estudiantes matriculados.

Una vez se seleccionó el modelo de acuerdo con las características anteriormente mencionadas, se ejecutará el algoritmo; este dará unos resultados que son los que permitirán realizar una realimentación de la plataforma con el fin de mejorar la interfaz y contenidos, mejorando la calidad de la educación que se brinda.

Este modelo permitirá la identificación de problemas a lo largo del proceso educativo y realizar realimentación frecuentemente, por lo que se podrán establecer políticas de mejorar constante brindando un mejor servicio cada vez que termine un curso y se pueda realizar el proceso de machine learning.

Una de las debilidades que tiene el modelo es que las primeras veces, no contara con los suficientes datos para realizar buenas predicciones por lo que necesitara de varios ciclos para que la información que inicie a procesar sea la mejor y en realidad se puedan generar cambios significativos para la organización prestadora del servicio de educación, además requiere de un experto que este en la capacidad de analizar los datos que genera después de poner en marcha el algoritmo y así la información que se incorpore a la plataforma sea la mejor.

IV. CONSIDERACIONES PARA LA VALIDACIÓN DEL MODELO

Para la validación del modelo, se requiere tiempo y evaluación de los resultados en el mediano plazo, por lo que aún no se puede presentar en este documento.

En el modelo presentado en esta investigación, el análisis dinámico de los sistemas con la metodología de gestión del conocimiento soportada por la Guía Europea se combina y se tiene como objetivo, crear un instrumento de evaluación de la red de gestión del conocimiento en la introducción de innovaciones incrementales en productos, servicios y procesos para una empresa que despliegan un abanico de posibilidades para el desarrollo e innovación de las tecnologías sociales. Por lo tanto, eso lleva a las organizaciones, a aumentar su competitividad y reducir las dificultades socioeconómicas que afligen a ambos.

Además, es posible deducir que la competitividad de una organización aumenta cuando las líneas de conocimiento y metodologías actúan de manera sinérgica junto con factores contextuales como las políticas comerciales del país, las políticas fiscales, la seguridad de la inversión y otras, logrando un desarrollo económico y productivo en la organización.

CONCLUSIONES

La educación virtual, es una modalidad de educación que está tomando mucha fuerza en la actualidad, porque permite que se puedan realizar estudios con profesores de diferentes partes del mundo, sin necesidad de tener que transportarse hasta el lugar.

Debido a la importancia que está cobrando es importante plantear modelos de gestión del conocimiento que permitan establecer una metodología y establecer los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un curso virtual, no obstante, esto no es suficiente por lo que se hace necesario la implementación de modelos predictivos que permitan mejorar la calidad del servicio que se está prestando.

Es por este motivo que se planteó un modelo que integra un modelo de gestión del conocimiento junto con un modelo predictivo para la educación virtual, es importante tener en cuenta que es un modelo teórico, el cual no se va validado aun en la práctica para validarlo.

Por último, se plantea la importancia de seguir generando modelos de este tipo, con el fin de mejorar el modelo de educación virtual que cada vez más se está utilizando alrededor del mundo.

RECOMENDACIONES

En la creación e implementación de los modelos predictivos en la gestión del conocimiento es importante:

- Identificar claramente los objetivos estratégicos y así tener una mayor fiabilidad del modelo de gestión de conocimiento que se va a crear y luego a implementar.
- Los datos adquiridos que posteriormente van a ser utilizados en el modelo para la realización de análisis y predicciones, deben ser datos que garanticen la calidad de la información, que tengan el enfoque deseado y que caracterice las variables adecuadas que se van a estudiar.
- Cada uno de los modelos predictivos de gestión de conocimiento deben ser evaluados y validados con el fin de garantizar que su aplicabilidad suministrara la información que se desea obtener y si no es así implementar mejoras.
- Los modelos predictivos de gestión de conocimiento que se implementan en la educación virtual, preferiblemente deben ser modelos que estén diseñados para que se adapten a los diferentes cambios que presenta la implementación de este tipo de educación.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional, educación virtual, recuperado el 21 de mayo del 2018 de: <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-196492.html>
- [2] G. Cardona Ossa, Tendencias educativas para el siglo XXI, educación virtual, online y @learning elementos para la discusión. Eductec: Revista electrónica de tecnología educativa, 2002.
- [3] Ministerio de Educación Nacional, ventajas y desventajas de la educación virtual, recuperado el 21 de mayo del 2018 de <https://www.mineduacion.gov.co/observatorio/1722/article-201744.html>
- [4] V. H. Medina García, L.L. Rodríguez Bernal, and L. M. Medina Estrada. "Model Engineering Research Supported by Knowledge Management", in Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 13: 7045-7050, Ed. Medwell Journals, 2018.
- [5] D. Gallego y C. Ongallo. Conocimiento y gestión. Madrid: Pearson Prentice Hall, 2004

- [6] M. Careaga Butter, Gestión del conocimiento modelos de referencia para su inserción en la educación, recuperado el 21 de mayo del 2018 de <http://www.ucsc.cl/wp-content/uploads/2013/09/educacion-parte-2.pdf>
- [7] C. Espino Timón, y X. Martínez Fontes, Análisis predictivo: técnicas y modelos utilizados y aplicaciones del mismo – herramientas open sources que permiten su uso, 2017, recuperado el 21 de mayo del 2018 de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/59565/6/caresptimTFG0117mem%C3%B2ria.pdf>
- [8] Datamining (Minería de datos), recuperado el 20 de mayo del 2018 de https://www.sinnexus.com/business_intelligence/datamining.aspx
- [9] Grupo IGN, Análisis predictivo: el conocimiento es poder, recuperado el 21 de mayo del 2018 de: <https://ignsl.es/analisis-predictivo/>
- [10] Aprende machine learning, siete pasos de machine learning para la creación de máquinas, recuperado el 20 de mayo del 2018 de <http://www.aprendemachinelearning.com/7-pasos-machine-learning-construir-maquina/>
- [11] IBM Knowledge Center, El modelo de redes neuronales, recuperado el 21 de mayo del 2018 de: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7_18.1.0/modeler_mainhelp_client_ddita/components/neuralnet/neuralnet_model.html
- [12] T. García-Segura, V. Yepes and D. M. Frangopol. Multi-Objective Design of Post-Tensioned Concrete Road Bridges Using Artificial Neural Networks. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 56(1):139-150, 2017.
- [13] O. Sánchez y M. A. Leguizamón. Propuesta para la Gestión del Conocimiento en Entornos Virtuales. II Congreso de Investigación y Tecnología. UPTC. Tunja, 2013.