

## **Propuesta de desarrollo y análisis de un sistema de evaluación personalizada del aprendizaje para detectar, alertar y prevenir la reprobación de alumnos de nivel superior**

MC. Michel García García, Dr. Víctor Hugo Menéndez Domínguez, Dr. José Antonio Ramírez Díaz, Dra. María Elena Chan Núñez  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Universidad de Guadalajara  
{michel.garcia, mdoming}@uady.mx, sigeanton@hotmail.com  
elena.chan@redudg.udg.mx

### **Resumen**

Actualmente uno de los principales problemas de los centros educativos de nivel superior es la reprobación, donde las altas cifras son cada vez más alarmantes. Y a pesar de que se han realizado múltiples esfuerzos y desarrollos para combatir la problemática no se ha logrado disminuir las cifras. Esta propuesta describe el análisis y desarrollo de un sistema de evaluación personalizada del aprendizaje de cada alumno inscrito a un curso en el Sistema de Gestión del aprendizaje (SGA) Moodle. Que permita alertar en tiempo real y permanentemente al alumno y profesor del riesgo de reprobación, considerando toda actividad evaluable en el SGA. Se usarán técnicas de minería de datos con el fin de predecir el estado final de cada estudiante a partir de sus avances de tal forma que cuente con el tiempo suficiente para poder tomar acciones preventivas y evitar la reprobación. Posterior al desarrollo se iniciará una etapa de evaluación, donde se utilizará en un ambiente real en cursos de la Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), con el fin de comparar los resultados usando el sistema como apoyo para los alumnos y profesores en cursos de modalidad mixta y sin el uso del mismo.

**Palabras clave:** Reprobación, Educación Superior, Minería de Datos, Sistema de Gestión del Aprendizaje.

**Línea de investigación:** Modelos y ambientes educativos mediados por TIC.

### **Introducción**

Actualmente, los altos índices de reprobación y deserción reportados por las distintas universidades de nivel superior en México, evidencian graves problemas de retención del alumnado. Uno de los principales motivos del abandono escolar es el bajo rendimiento académico obtenido en alguna o varias asignaturas, las cuales tienen a reprobarse después de agotar las oportunidades de aprobación en tiempos ordinarios y extraordinarios, situación que conduce a que el estudiante abandone la universidad sin concluir su preparación.

La presente propuesta de investigación, busca disminuir las tasas de reprobación de alumnos inscritos a cursos en línea bajo la plataforma Moodle. Para lograr lo anterior se propone modelar la situación como un problema de minería de datos, donde la

información de entrada será toda actividad evaluable (exámenes, tareas, actividades, foros, etc.) contenida en la base de datos de la propia plataforma.

La clasificación de la información se realizará usando la herramienta Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) utilizando el algoritmo de árboles de decisión C4.5 (Quinlan, 1993) el cual tiene una confianza mínima de 75%. Al ser Weka de distribución libre y de código abierto, será reestructurado su código fuente para lograr una integración al SGA Moodle, de tal forma que pueda acceder a la base de datos y a toda la información almacenada en todo momento.

Posterior a los pasos anteriores se realizará la evaluación del sistema en cursos reales en la modalidad presencial pero contando con el apoyo de la plataforma Moodle de la Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC) en la Unidad Multidisciplinaria Tizimín (UMT) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

Finalmente, el sistema funcionará permanentemente en tiempo real, lo anterior permitirá que por cada actualización de las calificaciones en las actividades evaluables del Moodle, el sistema actualizará la predicción y alertará al alumno y profesor sobre su riesgo de reprobación, todo lo anterior por medio de la misma Plataforma Web.

### **Problemática**

De acuerdo a (Aldaco, 2009), (Oliva et al., 2012), (Sánchez et al., 2013), (Pereira et al., 2013), (Noriega et al., 2012), los índices de reprobación, la deserción escolar y los bajos índices de eficiencia terminal son de las problemáticas más frecuentes y complejas de las instituciones educativas.

México no está exento de dichas problemática, ya que de acuerdo con la (ANUIES, 2013), en México de cada 100 estudiantes que ingresan a la Instituciones de Educación Superior (IES), sólo 60 egresan y de éstos, sólo 20 se titulan. Y según los datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2006), aproximadamente un tercio de los estudiantes de educación superior en México desertarán antes de completar sus estudios de nivel superior (Ramos et al., 2010).

Asimismo, en (González et al., 2006) se menciona que uno de los problemas más complejos, frecuentes y poco atendidos que enfrentan las instituciones de educación superior del país es la reprobación. En la misma línea, (Restrepo, 2005) en (Montalvo, 2013) concluye que una de las dificultades centrales de la educación es la deserción, la cual mantiene cifras que oscilan entre el 40% y el 70%. En contraste, si son aplicadas estrategias para prevenir o corregir dicho fenómeno, las tasas son entre un 20% y un 25%. En (González et al., 2006) se describe la reprobación escolar en el nivel superior cómo un fenómeno altamente indicativo de la crisis por la que atraviesa la sociedad en general y la educación.

En cuanto a la educación en línea, (Borges, 2005) indica que entre los factores que contribuyen a la frustración del estudiante está la falta de tiempo, pues muchos estudiantes no llevan una adecuada organización personal, también la falsa idea de considerar que la formación en línea requiere poco esfuerzo o una mínima implicación, conduce a numerosos alumnos a la deserción. Otro punto importante que se menciona en (González et al., 2006) es que entre los motivos más importantes que ocasionan los

altos índices de reprobación están: el desconocimiento del plan de estudios, las actitudes y el poco o nulo apoyo en métodos de estudio de los alumnos, principalmente.

Un punto relevante mencionado por (Aldaco, 2009), es que la deserción escolar va precedida por una serie de dificultades que el estudiante va presentando de forma acumulativa a lo largo de su avance, donde dichas problemáticas se expresan en la reprobación sistemática de un conjunto de asignaturas, trayendo como consecuencia que el estudiante abandone su formación académica.

Específicamente hablando de la Universidad Autónoma de Yucatán en su Licenciatura en Ciencias de la Computación, (Aparicio, 2006) indica que aun cuando se han implementado diversas estrategias para incrementar la permanencia y eficiencia terminal, aún existen graves problemas de retención de estudiantes. Así mismo sugieren que lo anterior obedece a que en esencia no existe una cultura de seguimiento y evaluación sistemática del educando en la dependencia y por otro, a la poca o nula evidencia empírica sobre los factores que provocan el problema

Finalmente, y no menos importante, (Castillo, 2006) indica que se ha prestado más atención a la pertinencia de los contenidos, el diseño instruccional y el uso óptimo de los recursos tecnológicos, más que a la evaluación propia del aprendizaje.

En el presente trabajo se buscará atender la problemática de la reprobación universitaria buscando disminuir sus tasas.

### **Estado del Arte**

En el presente documento se describirá el estado del arte en relación a la propuesta de investigación.

Para formar el estado del arte se revisó la literatura actual con el fin de abarcar los siguientes puntos:

- Causas y/o factores de la reprobación
- Avances actuales para combatir la reprobación universitaria
- Estrategias y/o métodos usados para prevenir la reprobación
- Algoritmos que contribuyen en problemáticas similares

Las tendencias y necesidades actuales de la educación han permitido que la enseñanza en línea tenga uno de los más rápidos crecimientos (Salas y Sandoval, 2010). Para lograr lo anterior se han desarrollado diversas plataformas tecnológicas que permiten tener el soporte para lograr satisfacer las necesidades de las instituciones educativas (Cesteros, 2009), (Clarenc et al., 2013), (Moreira y Segura, 2009), (Álvarez, 2009). Sin embargo aun cuando se tienen avances tecnológicos importantes, pareciera que los problemas de reprobación continúan creciendo (Valdivia, 2013). Quizá parte del problema se deba a que se ha prestado más atención a la pertinencia de los contenidos, el diseño instruccional y el uso óptimo de los recursos tecnológicos, más que a la evaluación propia del aprendizaje tal como sugiere (Castillo, 2006).

De acuerdo con diversos autores ((Gutiérrez et al., 2009), (Lagunas y Vázquez, 2008), (Sánchez et al., 2013), (Aldaco, 2009)), el problema de la reprobación y deserción se encuentran entre las principales problemáticas de las instituciones educativas, causando bajos índices de eficiencia terminal. Así mismo (Gutiérrez et al., 2009) afirma que aun cuando el problema de la reprobación es uno de los elementos más importantes en la trayectoria escolar del estudiante, no se han realizado suficientes análisis de la problemática y principalmente no se han establecido medidas de apoyo o acciones específicas que den cuenta de los cambios y resultados obtenidos.

		AUTORES									
		(Bustos et al., 2007)	(Sánchez et al., 2013)	(Morales Burgos et al., 2009)	(Gutiérrez et al., 2009)	(Valdivia, 2013)	(INEE, 2008)	(Abril et al., 2008)	(López et al., 2010)	(Dórame et al., 2011)	(Noriega et al., 2012)
<b>C A U S A S</b>	Origen social y familiar	X	X		X		X	X			
	Origen psicológico	X	X	X			X		X		
	Económicas	X	X		X		X	X			
	Rendimiento escolar	X	X	X						X	
	Físicas	X	X								
	Propias del docente		X		X		X		X	X	X
	Trabajo	X			X			X		X	
	Dificultades con las asignaturas	X	X	X	X	X				X	
	Falta de vocación / desinterés		X		X	X			X		
	Carencia de hábitos de estudio / dedicación				X	X			X	X	X
	Personales	X	X		X	X		X			
	Problemas administrativos	X			X						X
	Otros	X			X	X	X		X		

**Tabla 1 - Causas de la reprobación**

Diversos autores han estudiado las causas de la reprobación, resultado evidente que dicha problemática es el resultado de una combinación de factores. (Bustos et al., 2007) expone que en un error atribuirlo sólo a causas personales tales como la falta de dedicación, calidad académica, compromiso del alumno con sus estudios, suponiendo que el asunto debe resolverse a nivel individual.

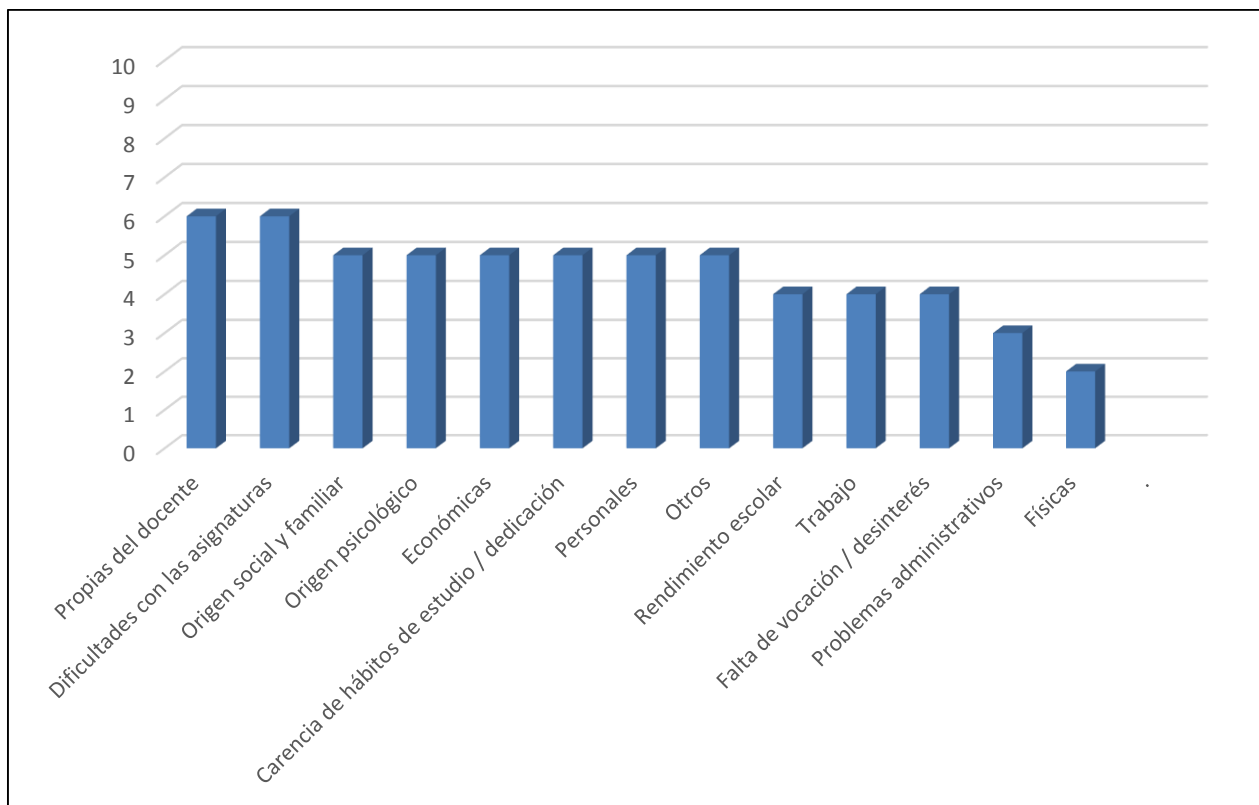
Para detallar las causas que diferentes autores han identificado en la problemática anteriormente mencionada, en la Tabla se presenta un análisis de los distintos factores que influyen en la reprobación de los estudiantes.

De la Tabla se puede observar ciertas tendencias, ya que se puede identificar que las dificultades con las asignaturas y las casusas atribuibles al docente ocupan el mayor número de menciones en la literatura revisada. En segundo lugar se encuentran las causas de origen social, familiar, psicológico, económicas, hábitos de estudio y personales. En la Tabla se muestran las menciones de cada una de las causas de la reprobación según las referencias consultadas, así mismo la Gráfica 1 muestra los mismos valores representados visualmente.

<b>Causas</b>	<b>Número de Menciones</b>
Propias del docente	6
Dificultades con las asignaturas	6
Origen social y familiar	5
Origen psicológico	5
Económicas	5
Carencia de hábitos de estudio / dedicación	5
Personales	5
Otros	5
Rendimiento escolar	4
Trabajo	4
Falta de vocación / desinterés	4
Problemas administrativos	3
Físicas	2

**Tabla 2 - Menciones por causa**

Dada la situación actual, se han realizado diversos trabajos orientados a mejorar las tasas de reprobación y/o deserción, para obtener un panorama general de los avances actuales se hizo un análisis de los desarrollos actuales de donde se obtuvo la Tabla 3 donde se muestran los tipos de sistemas o técnicas empleadas en sus desarrollos, la aportación que hacen al campo problemático, el tipo de información y/o datos que utilizan y si existe algún tipo de retroalimentación para los alumnos, profesores y coordinadores de estudio.



**Gráfica 1 - Menciones de las causas de reprobación**

<b>Autores</b>	<b>Tipo de Sistema / Técnica Usada</b>	<b>Aportaciones</b>	<b>Información que utiliza</b>	<b>Informa al alumno</b>	<b>Informa al profesor</b>	<b>Informa a tutor/coordinadores</b>	<b>Contribuye a mejorar los índices de reprobación</b>
(Timarán Pereira et al., 2013)	Minería de Datos	Descubrimiento de los perfiles socioeconómicos y académicos de los estudiantes que desertan.	Socioeconómica, Académica, Disciplinar, Institucional	NO	NO	SI	NO
(Cuéllar et al., 2012)	Sistema de Gestión del Conocimiento	Obtiene los indicadores y causas de la reprobación.	Control escolar, Encuestas	NO	NO	SI	Si - Con ajustes
(Vera et al., 2012)	Minería de Datos	Predice la probabilidad de fracaso.	Socioeconómica, CENEVAI, Control escolar	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
(Brito, 2012)	Modelos de regresión (Enter),	Identifica los factores que influyen en el rendimiento académico	Socioeconómica, Control escolar	NO	NO	NO	Si - Con ajustes

	Modelo de regresión múltiple						
(Bhardwaj y Pal, 2012)	Minería de Datos, Clasificación Bayesiana (Naïve Bayes classification)	Construcción de un modelo de predicción, Identificación de los factores que afectan el aprendizaje.	Socioeconómica, Control escolar	NO	NO (Aunque sugiere que si ayudará al profesor)	NO	Si - Con ajustes
(Yadav et al., 2012)	Minería de Datos, Algoritmo de árboles de decisión: ID3 y C4.5, Algoritmo de árbol de decisión alternativa (ADT).	Identificación de estudiantes de nuevo ingreso con riesgo de deserción.	Control escolar (primer ingreso)	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
(García y Mora, 2010)	Minería de Datos, Clasificación Bayesiana (Bayes Naïve).	Predice el desempeño académico de estudiantes de nuevo ingreso.	Examen diagnóstico, Antecedentes escolares	NO	SI	NO	SI
(Jadrić et al., 2010)	Minería de Datos, Regresión Logística, Árboles de Decisión, Redes Neuronales	Predice la probabilidad de deserción.	Socioeconómica, Control escolar	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
(Porcel et al., 2010)	Regresión logística,	Predice el desempeño académico de estudiantes de nuevo ingreso.	Características Socioeducativas, Control escolar	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
(Orea et al., 2010)	Minería de Datos,	Predice la probabilidad de deserción.	Socioeconómica	NO	SI	NO	Si - Con ajustes

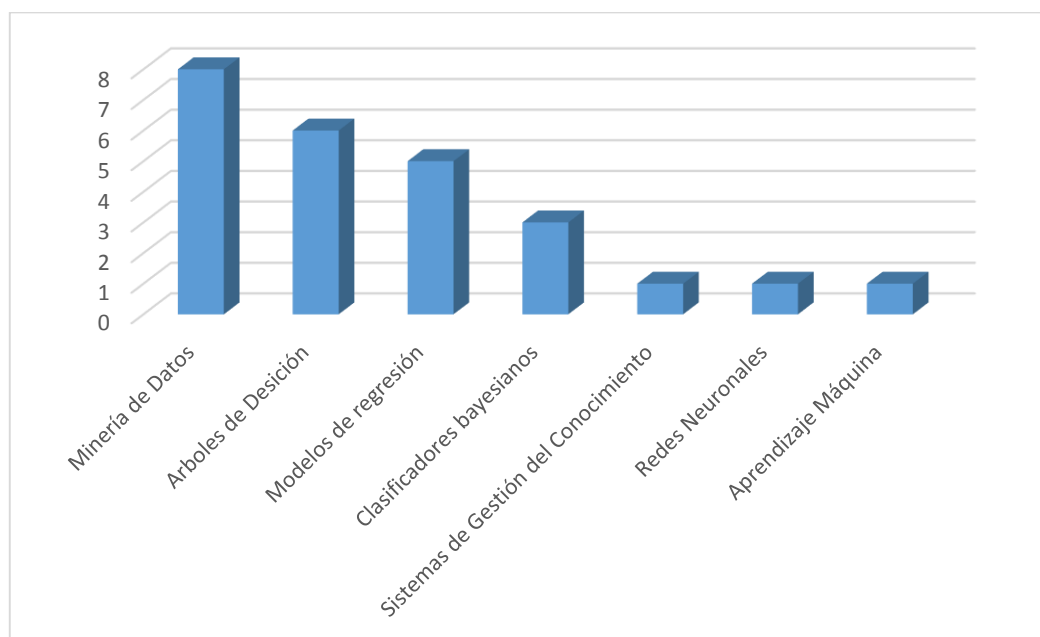
	K nearest neighbors						
(Ramos et al., 2010)	Árboles de decisión	Determinación de las causas de reprobación.	EXANI II, Socioeconómica, Test de interés vocacional y de coeficiente intelectual, Control escolar	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
(Winstead , 2010)	Arboles de clasificación , Modelos de regresión logística	Identificación de los grupos de estudiantes con mayor probabilidad de retención.	Socioeconómico, Control escolar, Cuestionarios.	NO	SI	NO	SI
(Lykourantzou et al., 2009)	Técnicas de aprendizaje máquina	Predicción de la deserción con 3 técnicas de aprendizaje máquina.	Socioeconómica, Control Escolar	NO	SI	NO	SI
(Nghe et al., 2007)	Redes Bayesianas, Árboles de Decisión	Comparación de diferentes técnicas para la predicción.	Socioeconómica, Información de ingreso	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
(Alcover et al., 2007)	Minería de Datos, Árboles de decisión, Regresión multivariante	Determinación de las características relevantes de alumnos de nuevo ingreso para estimar su rendimiento académico el primer año.	Socioeconómico, Información de ingreso	NO	NO	NO	Si - Con ajustes
<b>Propuesta Doctoral</b>	<b>Técnica de aprendizaje y/o Minería de Datos</b>	<b>Predicción de la reprobación.</b>	<b>Control Escolar</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>

**Tabla 3 - Desarrollos para la prevención de la reprobación / deserción**

De la Tabla 3 se puede observar que la tendencia en cuanto a las técnicas de aprendizaje hay un uso extendido de la minería de datos, por otro lado, el tipo de información que suelen usar es la socioeconómica del estudiante, así como información de control escolar de la escuela donde se realiza el estudio. Un punto importante es que son escasos los estudios donde se involucra al profesor o coordinadores de los programas de estudio para ejercer acciones concretas encaminadas a evitar la



reprobación. La retroalimentación o información al alumno no apareció en ninguno de los documentos consultados.



**Gráfica 2 - Menciones de las técnicas usadas**

En la Tabla se muestra las menciones de las técnicas empleadas en los desarrollos realizados en la literatura consultada, se logra apreciar que el uso de Minería de Datos y los Árboles de Decisión son las más usadas. La Gráfica 2 muestra la misma información de forma visual.

<b>Técnica Empleada</b>	<b>Menciones</b>
Minería de Datos	8
Árboles de Decisión	6
Modelos de regresión	5
Clasificadores bayesianos	3
Sistemas de Gestión del Conocimiento	1
Redes Neuronales	1
Aprendizaje Máquina	1

**Tabla 4 - Menciones de las técnicas empleadas**

### **Problema de Investigación**

La Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), específicamente hablando de la Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC), el porcentaje de deserción es de un 66% según estudios de (Aparicio, 2006), por lo que es notoria la baja cantidad de alumnos que finalmente egresan, así mismo, son notorias las elevadas tasas de reprobación. En la misma UMT, (Segura et al., 2012) han realizado una investigación donde identificaron las asignaturas que más se dificultan a los alumnos de la LCC, sin embargo, aún con la información obtenida y los avances actuales en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), no se ha logrado disminuir las tasas de reprobación y/o deserción.

De lo mencionado anteriormente, surge la necesidad de contar con herramientas y medios que permitan predecir y evitar la reprobación de los alumnos de la LCC en la UMT de la Universidad Autónoma de Yucatán y así lograr individuos mejor preparados para integrarse de forma más eficiente a la sociedad y la vida productiva.

El presente proyecto de investigación busca observar los efectos que produce el uso de un módulo integrado a un Sistema de Gestión del Aprendizaje como Moodle, que informe en tiempo real sobre el riesgo de reprobación de un alumno analizando si dicha predicción conduce a evitar la reprobación y/o deserción de estudiantes universitarios de la LCC en la UMT de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Asimismo, interesa observar los efectos que tiene en el resultado final de un alumno, analizando su historial académico en tiempo real para ofrecerle una retroalimentación oportuna acerca de su riesgo de reprobación. También se analizará de qué manera el sistema influye en la labor docente del profesor, específicamente en la asignatura donde se use la herramienta.

Las preguntas de investigación derivadas del presente proyecto son las siguientes:

1. ¿De qué forma influye el uso del sistema de evaluación y retroalimentación de riesgo propuesto en los índices de reprobación y deserción de los estudiantes?
2. ¿Cómo influye en el alumno la detección temprana del riesgo de reprobación que realizará el sistema propuesto en el resultado final del curso?
3. ¿De qué forma influye el uso de un sistema de alerta oportuna de riesgo de reprobación en el desempeño docente de un profesor de la LCC en la UMT de la Universidad Autónoma de Yucatán?

#### **Objetivo general:**

Desarrollo de un sistema de evaluación del riesgo de reprobación usando minería de datos integrado como un módulo de Moodle que permita analizar que influencia tiene en los alumnos y profesores en el mejoramiento de las tasas de aprobación.

#### **Objetivos específicos:**

1. Desarrollo de un módulo en Moodle que permita evaluar el riesgo de reprobación de un estudiante de la LCC.
2. Analizar la influencia que tiene el sistema en los alumnos al conocer su situación de riesgo de reprobación en la asignatura donde se use el sistema.
3. Analizar la influencia que tiene el sistema en los profesores al conocer en todo momento el riesgo de reprobación de sus estudiantes.
4. Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenido haciendo uso del sistema y si el uso del mismo.

#### **Conceptualización**

Partiendo de las preguntas de investigación propuestas en el presente propuesta se desprenderán parte de los conceptos clave, también se han considerado los demás

elementos de la propuesta doctoral para completar el mapa conceptual presentado en la Imagen 1.

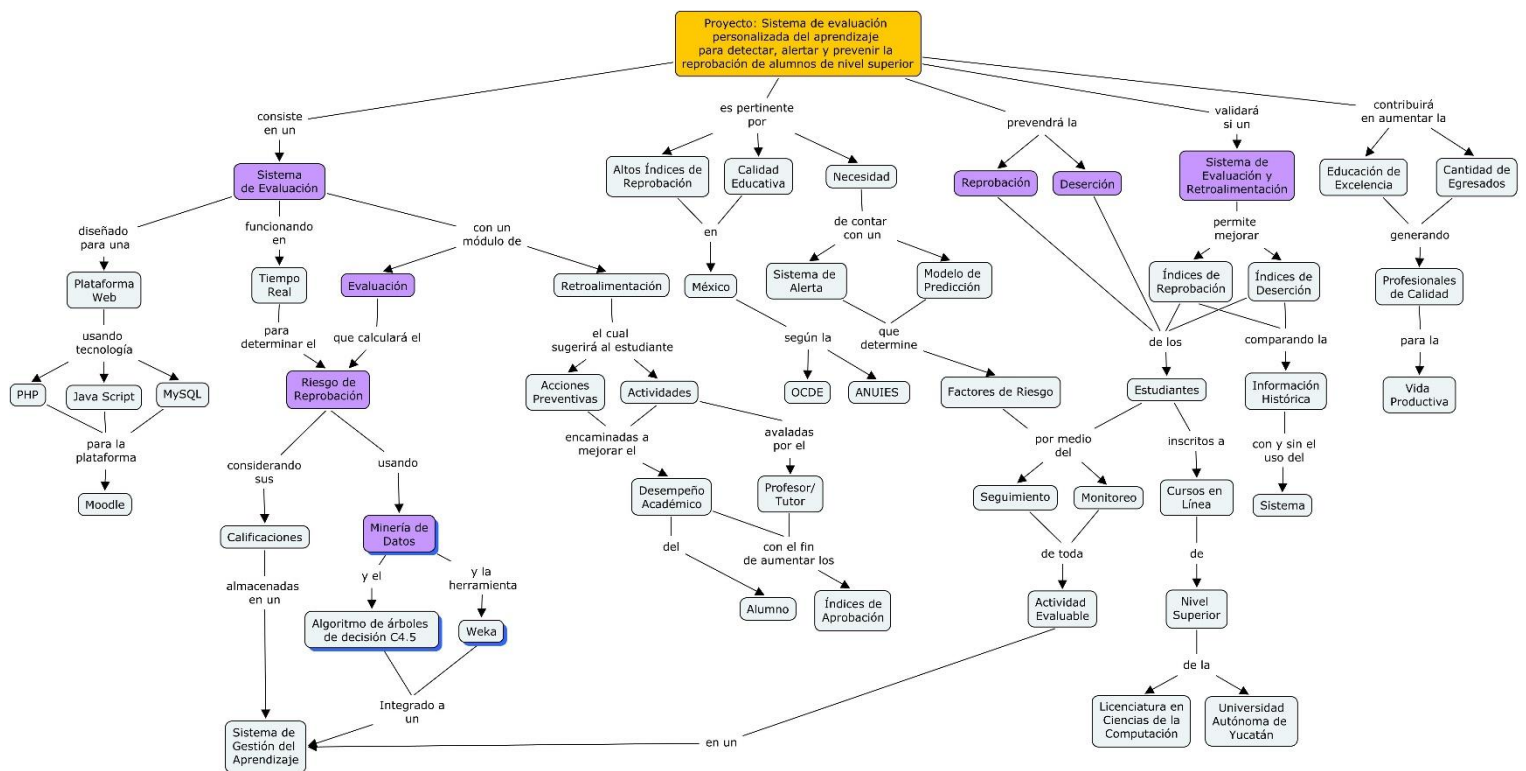


Imagen 1 – Mapa Conceptual

El presente mapa conceptual busca presentar de forma más clara los conceptos vinculados al proyecto de investigación propuesto, además de plantear un panorama general de lo que se busca realizar en el transcurso del desarrollo.

Se parte de la idea central representada por el nombre del proyecto para posteriormente ramificarse en cada uno de los conceptos vinculados a la misma.

Con base al mapa conceptual anteriormente presentado, se desprenden los siguientes **conceptos clave**:

1. Reprobación y deserción
2. Evaluación del aprendizaje
3. Retroalimentación del aprendizaje
4. Prevención de la reprobación
5. Algoritmos de aprendizaje

Es importante mencionar que algunos de los conceptos han sido agrupados para simplificar la información.

## **Reprobación y deserción**

Existe numerosas definiciones de reprobación, (Vidales, 2009) la define como un indicador donde el estudiante no cumple con alguno de los requisitos formulados en los programas de estudio de las asignaturas. Lo anterior tiene como consecuencia la no acreditación de la materia impidiendo al alumno avanzar al siguiente grado.

Dicho concepto es de gran relevancia en las universidades. Al respecto, diversos autores ((Gutiérrez et al., 2009), (Lagunas y Vázquez, 2008), (Sánchez et al., 2013), (Aldaco, 2009)), plantean que el problema de la reprobación y deserción se encuentran entre las principales problemáticas de las instituciones educativas, causando bajos índices de eficiencia terminal.

Así mismo, se ha encontrado que las dos causas principales son:

- Las dificultades con la asignatura (Bustos et al., 2007), (Sánchez et al., 2013), (Morales Burgos et al., 2009), (Gutiérrez et al., 2009), (Valdivia, 2013), (Dórame et al., 2011)
- Las propias del docente (Sánchez et al., 2013), (Gutiérrez et al., 2009), (INEE, 2008), (López et al., 2010), (Dórame et al., 2011), (Noriega et al., 2012).

En un tercer rango, según los autores (Bustos et al., 2007), (Sánchez et al., 2013), (Gutiérrez et al., 2009), (INEE, 2008), (Abril et al., 2008), (Morales Burgos et al., 2009), (López et al., 2010), (Valdivia, 2013), (Dórame et al., 2011), (Noriega et al., 2012) están las siguientes:

- Origen social y familiar
- Origen psicológico
- Económicas
- Carencia de hábitos de estudio / dedicación
- Personales

## **Evaluación del aprendizaje**

La evaluación es uno de los elementos más importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Gallego, 2006), así mismo contiene una función reguladora del aprendizaje, donde las decisiones de los estudiantes en la gestión de su estudio debe impactar en las demandas de la evaluación a la que deben enfrentarse (Cabaní and Torres, 2003), (Murphy, 2006).

Por otro lado, (Zoila and Soledad, 2009) exponen que la evaluación forma parte del proceso para determinar el grado en que los alumnos han alcanzado los objetivos de aprendizaje.

En relación al problema de la reprobación quizá se ha dejado de lado la evaluación propia del aprendizaje y se ha prestado más atención a la pertinencia de los contenidos, el diseño instruccional y el uso óptimo de los recursos tecnológicos, tal como sugiere (Castillo, 2006).

Por otro lado, un punto importante que dese ser considerado es la retroalimentación del aprendizaje, misma que hablará a continuación.

## **Retroalimentación del aprendizaje**

Retroalimentar al alumno sobre sus avances, es una actividad clave en el proceso formativo, pues permite al estudiante medir el grado de progreso alcanzado en la actividad evaluada.

En el mismo sentido (Zoila and Soledad, 2009) describen la retroalimentación como un elemento indispensable en el proceso de aprendizaje, ya que permite aportar información al alumno sobre su rendimiento académico.

Con base a lo anterior, resulta clave ejercer una correcta evaluación del aprendizaje en conjunto con una buena retroalimentación de la misma, lo anterior con miras a mejorar el desempeño académico del estudiante.

## **Prevención de la reprobación**

Números autores han contribuido al mejoramiento de los índices de reprobación y deserción, (Cuéllar et al., 2012), (Vera et al., 2012), (Brito, 2012), (Bhardwaj y Pal, 2012), (Yadav et al., 2012), (García y Mora, 2010), (Jadrić et al., 2010), (Porcel et al., 2010), (Orea et al., 2010), (Ramos et al., 2010), (Winstead, 2010), (Lykourantzou et al., 2009), (Nghe et al., 2007), (Alcover et al., 2007).

Sin embargo aún hay mucho que hacer. Un punto importante lo menciona (Gutiérrez et al., 2009), cuando indica que una característica general de los estudios presentados, es que se quedan únicamente en el diagnóstico y la descripción. De lo anterior se observa que la tendencia no ha sido aterrizar directamente en los alumnos las soluciones realizadas. Lo anterior es confirmado en cada uno de los trabajos anteriormente citados, pues se centran el desarrollo de sistemas, pero no se observa que dichas soluciones se lleven y apliquen a los usuarios finales.

## **Algoritmos utilizados**

Según (Serrano et al., 2006) los algoritmos de aprendizaje automático son métodos que dado un conjunto de ejemplos, mismos que sirven de entrenamiento, infieren un modelo de las categorías en las que se agrupan los datos, de tal forma que se pueda asignar a nuevos ejemplos una o más categorías de manera automática mediante analogía de patrones en dicho modelo.

En la problemática planteada de la presente investigación se observa una tendencia generalizada a usar técnicas de minería de datos. (Timarán Pereira et al., 2013), (Vera et al., 2012), (Bhardwaj y Pal, 2012), (Yadav et al., 2012), (García y Mora, 2010), (Jadrić et al., 2010), (Orea et al., 2010), (Alcover et al., 2007). Y únicamente en el caso de (Lykourantzou et al., 2009) utiliza técnicas de aprendizaje, en la predicción de la reprobación de los estudiantes. Lo anterior permite plantear la minería de datos como parte del proyecto de investigación debido a que ha probado funcionar eficientemente.

## **Conclusiones**

Con base al análisis realizado se muestra factible la propuesta de investigación. Al final de la Tabla 3 se muestra donde quedará ubicado el trabajo a realizar, mismo que buscará responder a lo que menciona (Gutiérrez et al., 2009), pues indica que una

característica general de los estudios presentados, es que se quedan únicamente en el diagnóstico y la descripción. De tal forma que no se aterriza la solución directamente en los alumnos.

Finalmente y con base al análisis presentado, parece evidente la necesidad de un sistema que retroalimente y/o alerte sobre el riesgo del estudiante a todos los actores involucrados en el aprovechamiento del mismo. Se esperaría que con dicho sistema se pueda contribuir a mejorar los índices de reprobación, aunque éste último punto se pondrá a prueba junto con las hipótesis planteadas en la problemática en el transcurso del proyecto de tesis doctoral propuesto.

### **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma de Yucatán por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

## Referencias

- Abril, E., Román Pérez, R., Cubillas Rodríguez, M.J., Moreno Celaya, I., 2008. Drop Out or Self-Exclusion? An Analysis of drop out causes in Mexico's Sonoran High School Students. *Rev. Electrónica Investig. Educ.* 10, 1–16.
- Alcover, R., Benlloch, J., Blesa, P., Calduch, M., Celma, M., Ferri, C., Hernández-Orallo, J., Iniesta, L., Más, J., Ramírez-Quintana, M., 2007. Análisis del rendimiento académico en los estudios de informática de la Universidad Politécnica de Valencia aplicando técnicas de minería de datos. Presented at the XIII Jornadas de Enseñanza universitaria de la Informática, España, pp. 163–170.
- Aldaco, L.A., 2009. Comportamiento de la deserción y reprobación en el Colegio de Bachilleres del Estado de Baja California: Caso plantel Ensenada. Presented at the X Congreso Nacional de Investigación Educativa, México.
- Álvarez, R.B., 2009. El e-learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI. *Pixel-Bit* 87.
- Bhardwaj, B.K., Pal, S., 2012. Data Mining: A prediction for performance improvement using classification. *IJCSIS Int. J. Comput. Sci. Inf. Secur.* 9, 136–140.
- Brito, M.P.G., 2012. Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada en México (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid.
- Bustos, G. nava, Roldán, P.R., Guzmán, R.Z., 2007. Factores de reprobación en los alumnos del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara. *Rev. Educ. Desarro.* 7, 17.
- Cabaní, M.L.P., Torres, M.R.C., 2003. La promoción de estudiantes estratégicos a través del proceso de evaluación que proponen los profesores universitarios, in: *La Universidad Ante La Nueva Cultura Educativa: Enseñar Y Aprender Para La Autonomía. Síntesis*, pp. 173–190.
- Castillo, R.Q., 2006. Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia “en línea”. *RED Rev. Educ. Distancia*.
- Cesteros, A.F.P., 2009. Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet, *Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad. Biblioteca Nueva*.
- Clarenc, C., Castro, S., de Lenz, C.L., Moreno, M., Tosco, N., 2013. Analizamos 19 plataformas de e-Learning: Investigación colaborativa sobre LMS.
- Cuéllar, M.G.S., Ballesteros, L.C., Vásquez, C.R., Ruíz, J.O., Meza, L.J.V., 2012. Sistema basado en conocimiento para la gestión de indicadores académicos, en apoyo a la acreditación de los programas educativos. *Knowl. BASED MODEL SUPPORT ACCREDITATION PROGRAM High. Educ. Engl.* 5, 99–120.
- Dórame, L.T.R., Yáñez, M.M., Reynoso, M.A.F., 2011. Factores que inciden en la reprobación en alumnos de los primeros semestres de las licenciaturas a cargo del Departamento de Contabilidad de la Universidad de Sonora. Presented at the III Foro Institucional de Tutorías, Hermosillo Sonora.
- Gallego, M.V., 2006. Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educ. Siglo XXI* 24.
- García, E.P.I., Mora, P.M., 2010. Creación de un modelo de predicción del desempeño académico de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en el primer semestre. Presented at the Encuentro Universitario de Tutoría, México.

- Gutiérrez, B.N.S., Téllez, L.R., Leyva, H., Ureña, H.L., Raúl Vicente Flores, 2009. Factores de reprobación. Estudiantes del Cucea. Universidad De Guadalajara. Presented at the XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología, Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires.
- INEE, 2008. Panorama Educativo de México. Indicadores del Sistema Educativo Nacional, Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. INEE.
- Jadrić, M., Garača, Ž., Čukušić, M., 2010. Student dropout analysis with application of data mining methods. *Manag. J. Contemp. Manag. Issues* 15, 31–46.
- Lagunas, J.R., Vázquez, J.M.H., 2008. La deserción escolar universitaria en México. La experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana. *Rev. Electrónica Actual. Investig. En Educ.* 8.
- López, I.R.L., González, C.M.E., Campos, S.J.P., Ortegón, B.A.G., 2010. Selección y permanencia en la educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Yucatán. *RIEE Rev. Iberoam. Eval. Educ.* 32.
- Lykourantzou, I., Giannoukos, I., Nikolopoulos, V., Mpardis, G., Loumos, V., 2009. Dropout prediction in e-learning courses through the combination of machine learning techniques. *Comput. Educ.* 53, 950 – 965. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.010>
- Morales Burgos, A., García Sosa, J., Escalante Triay, E., 2009. Causas de reprobación en los cursos de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. - *Ing.* - 13, - 45–51.
- Moreira, M.A., Segura, J.A., 2009. E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales. *Tecnol. Educ. Form. Profr. En Era Internet Málaga Aljibe.*
- Murphy, R., 2006. Evaluating new priorities for assessment in higher education. *Innov. Assess. High. Educ.* 37–47.
- Nghe, N.T., Janecek, P., Haddawy, P., 2007. A comparative analysis of techniques for predicting academic performance, in: *Frontiers In Education Conference - Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports, 2007. FIE '07. 37th Annual.* pp. T2G–7–T2G–12. doi:10.1109/FIE.2007.4417993
- Noriega, J.Á.V., Estrada, D.Y.R., Castillo, M.A.S., Echeverría-Castro, S., Encinas, D.M.S., García, J.J.V., 2012. Factores asociados al rezago en estudiantes de una institución de educación superior en México. *Rev. Iberoam. Educ. Super.* 3, 41–56.
- Orea, S.V., Vargas, A.S., Alonso, M.G., 2010. Minería de datos: predicción de la deserción escolar mediante el algoritmo de árboles de decisión y el algoritmo de los k vecinos más cercanos. Presented at the II Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías para el aprendizaje -CciTA 2010., CciTA 2010, pp. 48–55.
- Porcel, E.A., Dapozo, G.N., López, M.V., 2010. Predicción del rendimiento académico de alumnos de primer año de la FACENA (UNNE) en función de su caracterización socioeducativa. *Rev. Electrónica Investig. Educ.* 12, 1–21.
- Quinlan, J.R., 1993. C4.5: Programs for Machine Learning. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- Ramos, E.R., González, A.T., Couto, B.B.G., Hernández, E.G., Morales, R.A.L., Orea, S.V., 2010. Modelo predictivo para la determinación de causas de reprobación mediante Minería de Datos. Presented at the II Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías para el aprendizaje -CciTA 2010., CciTA 2010, Mérida, Yucatán, pp. 48–55.



- Salas, L.M., Sandoval, J.O., 2010. La educación en línea y la capacidad de innovación y cambio de las instituciones de educación. Apert. Impresa.
- Sánchez, A.M., Arzola, L.I.H., Méndez, D.C., Pérez, Z.R., Miguel, C.P.H., 2013. Factores asociados a la reprobación estudiantil en la Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca. *Temas de Ciencia y Tecnología* 17.
- Serrano, J., Tomeckova, M., Zvarova, J., 2006. Machine learning methods for knowledge discovery in medical data on Atherosclerosis. *Eur. J. Biomed. Inform.* 2, 6–33.
- Sutton, R.S., Barto, A.G., 1998. Reinforcement Learning: An Introduction, A Bradford book. Bradford Book.
- Timarán Pereira, R., Calderón Romero, A., Jiménez Toledo, J., 2013. Descubrimiento de perfiles de deserción estudiantil con técnicas de minería de datos. *Rev. Vínculos* 10, 373–383.
- Valdivia, C.H.G., 2013. Reprobation and lack of interest in mechatronics engineering students. *Sci. E-J. Hum. Sci.* 9.
- Vera, C.M., Romero, C., Soto, S.V., 2012. Predicting School Failure and Dropout by Using Data Mining Techniques. *IEEE-RITA* 7, 109–117.
- Vidales, S., 2009. El fracaso escolar en la educación media superior. El caso del bachillerato de una universidad mexicana. *REICE Rev. Electrónica Iberoam. Sobre Calid. Efic. Cambio En Educ.*
- Winstead, D.K., 2010. New Directions in Education Research: Using Data Mining Techniques to Explore Predictors of Grade Retention (Tesis Doctoral). George Mason University.
- Yadav, S.K., Bharadwaj, B., Pal, S., 2012. Mining Education Data to Predict Student's Retention: A comparative Study. *Int. J. Comput. Sci. Inf. Secur.* 10, 113–117.
- Zoila, F.O.M.G., Soledad, R.M.M., 2009. Interrelación de la evaluación de los aprendizajes con la retroalimentación como estrategia para la mejora educativa. Presented at the XVIII Encuentro Internacional de Educación a Distancia, Guadalajara, Jalisco. México.