

# Sistema para el pronóstico del éxito o fracaso en la trayectoria escolar

Un estudio en alumnos de Ingeniería en Tecnologías Computacionales

Silverio Pérez-Cáceres, Efrén Morales-Mendoza, Nayely Morales-Ramírez, Norma E. Sierra-Marin, Raúl Varguez-Fernández y Heide G. Cruz-Ramírez

Facultad de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

Universidad Veracruzana

Poza Rica, Ver.; México

[sperez, efmorales, namorales, nsierra, rvarguez]@uv.mx, [c.ramirezheide]@gmail.com

**Abstract**— The present research project aims to design and develop a web system that generates an adequate forecast of the success or failure of the school trajectory of students of Engineering in Computational Technologies, applying data mining techniques to develop the prediction model of the web system to present students with the forecast of their career, as well as recommendations that guide them from the first semesters to continue or achieve success in their studies. The need to identify and predict school success or failure in the first semester is essential to take relevant actions that support achieving or continuing a successful trajectory, as well as reducing the dropout rate.

**Keyword**— *school trajectory, data mining, decision tree, school dropout.*

**Resumen**— El presente proyecto de investigación tiene como propósito diseñar y desarrollar un sistema web, que genere un pronóstico adecuado del éxito o fracaso de la trayectoria escolar de los alumnos de Ingeniería en Tecnologías Computacionales de la Universidad Veracruzana, aplicando técnicas de minería de datos para elaborar el modelo de predicción del sistema web para presentarle a los alumnos el pronóstico de su trayectoria, así como, recomendaciones que los guíen desde los primeros semestres a continuar o alcanzar el éxito en sus estudios. La necesidad de identificar y predecir el éxito o fracaso escolar en los primeros semestres es indispensable para tomar acciones pertinentes que apoyen para alcanzar o continuar con una trayectoria exitosa, igualmente disminuir el índice de deserción.

**Palabras claves**— *trayectoria escolar, minería de datos, árbol de decisión, deserción escolar.*

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la tecnología está cada vez más inmersa en nuestro mundo globalizado, desde cualquier ámbito o sector que lo veamos, la salud, las industrias, las comunicaciones, la educación, el transporte el entretenimiento, etc.; siendo cada vez más imprescindible el saber cómo usarla y para qué usarla, pero, sobre todo, el saber cómo utilizarla para fines que proporcionen un beneficio apropiado.

En este trabajo se rescata la importancia de utilizar la tecnología como apoyo para predecir el éxito o fracaso de una trayectoria escolar, satisfaciendo la necesidad de que los tutores cuenten con más información respecto de sus tutorados. Esto debido a considerar que el análisis de los factores que inciden en el éxito o fracaso pueden propiciar el diseño de estrategias que impacten en la deserción escolar y por ende, se vea reflejado en la mejora de los índices de eficiencia terminal. Por lo anterior se ha identificado que una predicción de este tipo puede ser de gran apoyo para el asesoramiento que brindan los tutores del nivel de licenciatura, esto mediante los resultados de un sistema computacional, del cual se presenta su diseño dividido en dos etapas: la aplicación de la técnica de la minería de datos y el desarrollo del sistema Web.

En la primera etapa se define la base de la información sobre la cual se realizará la predicción, seleccionando los factores que pueden incidir en una trayectoria de éxito o de fracaso, así como la fuente

de información, que en este caso corresponde a egresados y estudiantes del Programa Educativo de Ingeniería en Tecnologías Computacionales (ITC). A partir de esto se aplican las etapas de la minería de datos mediante el software denominado Weka, obteniendo como resultado final un árbol de decisión.

El árbol de decisión se empleó como insumo principal de la segunda etapa, el diseño del sistema Web, para lo cual se utilizó la ingeniería del software, bajo la estructura del modelo cliente-servidor, con desarrollos en lenguajes de programación PHP, HTML y JavaScript, así como el servidor XAMPP.

Este sistema proporciona la interfaz para los estudiantes de nuevo ingreso, quienes capturarán su información y el sistema les enviará como resultado la predicción de éxito o de fracaso, identificando los factores principales de esta predicción. Esta información será de gran utilidad para la asesoría que brinde el tutor, mediante acciones pertinentes, oportunas y necesarias para lograr una trayectoria escolar exitosa.

## II. DESARROLLO

### A. Trayectoria escolar

Se considera a las trayectorias escolares como el comportamiento académico de un individuo e incluye el desempeño escolar, la aprobación, la reprobación, el promedio logrado, etc., a lo largo de los ciclos escolares. El análisis de la trayectoria escolar implica la observación de los movimientos de una población estudiantil a lo largo de los ciclos escolares especificados en una cohorte. El término “cohorte” hace alusión al conjunto de alumnos que ingresa en una carrera determinada, y que cumple un trayecto escolar en el periodo normal que prescribe el plan de estudios. La cohorte es la unidad fundamental del análisis estadístico, porque con base en ella se pueden agrupar y desagregar los datos referentes a los alumnos. Con ello se establece que los estudiantes considerados en un estudio de trayectoria han vivido un mismo suceso en un mismo año del calendario, forman parte de un grupo específico y, por ello, pueden ser objeto de análisis en las distintas etapas del suceso profesional en un año [2].

El éxito y fracaso en la trayectoria escolar son temas de gran importancia en el sistema de enseñanza actual. Específicamente, la deserción estudiantil, el rezago y los bajos índices de eficiencia terminal se encuentran entre los problemas más complejos y frecuentes que enfrentan las Instituciones de Educación Superior del país [1].

Diversas instituciones han realizado investigaciones acerca de los factores, indicadores o variables que intervienen en las trayectorias escolares, como los realizados en la Universidad Veracruzana [3] y en la UAEH [4]; algunos de estos factores son: personales, académicos, físicos, económicos, familiares, sociales, laborales, adicciones, entre otros [5]. Pero son escasos los estudios que exploren la probabilidad de éxito o fracaso en la trayectoria escolar de quienes ingresan a una licenciatura. Actualmente las instituciones de educación superior enfrentan el gran problema de deserción escolar, en relación con este tema se han hecho una gran cantidad de esfuerzos para combatirlo, como programas de tutorías, asesorías, cursos, entre otros, sin lograr mejorar este problema [6] [7].

La deserción escolar constituye por su magnitud un problema importante del sistema nacional de educación formal. Las altas tasas de abandono de los estudios que se producen en todos los niveles educativos tienen incidencia negativa sobre los procesos políticos, económicos, sociales y culturales del desarrollo nacional.

El gran problema se centra sobre todo en los jóvenes de 15 años en adelante los cuales, por tener carencias económicas, problemas familiares, de adicciones, entre otras, abandonan la escuela, sin haber alcanzado un nivel de educación mínimo para poder desenvolverse con facilidad en un mundo globalizado en el que el conocimiento es clave para el desarrollo económico de las naciones, además, para que cada persona pueda acceder a un trabajo, un hogar y un estilo de vida digno [8].

En el estudio realizado en la Universidad Veracruzana [3], sólo se detectaron trayectorias estándar, las cuales fueron diseñadas para estudiantes modelo. Tal situación obliga a la institución a realizar investigaciones que permitan disminuir el índice de deserción mediante la predicción oportuna del éxito o fracaso en la trayectoria escolar de los estudiantes y, a su vez, llevar un control de su información para su posible estudio.

De acuerdo con lo anterior, la necesidad de identificar y predecir la deserción escolar de los estudiantes en los primeros semestres es indispensable para tomar las acciones pertinentes y poder disminuir este índice, y no menos importante, predecir su deserción en cualquier momento para su correcto seguimiento [4].

*B. Diseño del Sistema Computacional*

El diseño del sistema tiene 2 etapas, en la primera se aplicó la minería de datos a la información recolectada de los estudiantes egresados y de los que no concluyeron la carrera. La técnica utilizada fue la de árboles de decisión con el algoritmo J48, con la ayuda del software Weka [9]. En la segunda etapa, se desarrolló el sistema web que es capaz de mostrar al estudiante un pronóstico de éxito o fracaso de su trayectoria escolar, con base al modelo generado en la etapa 1. Además de brindar sugerencias y recomendaciones que lo guíen a llevar o mantener una trayectoria exitosa.

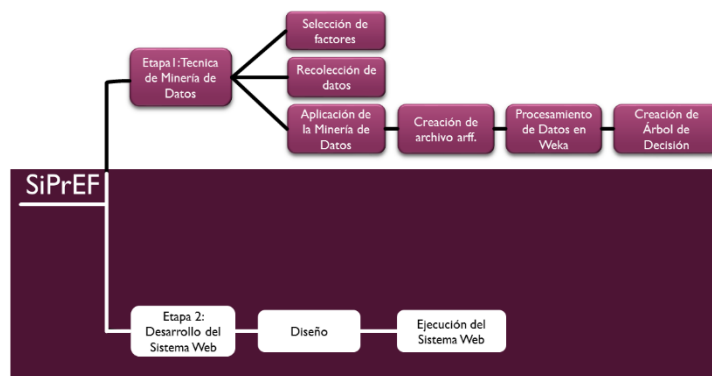


Figura 1. Etapas del sistema.

*C. Generación del modelo de minería de datos*

Para la generación del modelo de minería de datos, primeramente, se seleccionaron los factores que influyen en la trayectoria escolar de los estudiantes; de acuerdo a investigaciones hechas por instituciones como la Universidad de Sonora, la Universidad Autónoma de Yucatán, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y también la Universidad Veracruzana [3], algunos de estos factores son: personales, académicos, físicos, económicos, familiares, sociales, laborales, adicciones, entre otros [5]. Después se realizó una segunda selección en la cual se encuestó a 6 docentes de tiempo completo de la carrera de ITC para determinar que datos de dichos factores inciden más. Se proporcionaron las 26 preguntas, mismas que de acuerdo con su experiencia debían evaluar el grado de incidencia con valores desde 0, que representaba “Ninguna incidencia”, hasta 4, que representaba la “Mayor incidencia”; las

preguntas seleccionadas con menor grado de incidencia, mismas que no fueron incluidas en el instrumento para la recolección de datos, fueron:

- Si el estudiante presentó exámenes extraordinarios en el bachillerato
- La cantidad de personas que integran el núcleo familiar del estudiante
- La calificación del examen de ingreso a la Universidad
- Si tiene hermanos con estudios universitarios o profesionales completos

Con base en lo anterior, se obtuvieron las preguntas finales correspondientes a los factores personales, académicos, socioeconómicos y familiares que inciden en el éxito y fracaso de la trayectoria escolar de los estudiantes de ITC.

Para la recolección de datos, ya con las 22 preguntas seleccionadas que se muestran en la Tabla 1 (en la siguiente página), se realizó una encuesta a los egresados del PE de ITC y a los estudiantes que desertaron, así como otra encuesta para los estudiantes que se encuentran inscritos en la carrera.

Con la información recopilada se creó una base de datos que contiene 37 registros, entre los cuales se encuentran 29 trayectorias de éxito y 8 de fracaso. La base de datos contiene información de los factores personales, académicos, socioeconómicos y familiares de los estudiantes de las generaciones anteriores a la 2022. La base de datos fue sometida a un algoritmo de generación de árboles de decisión, J48 de Weka, el cual arrojó el árbol presentado de manera en la figura 2.

```
J48 pruned tree
-----
DeseabaCursarITC = Si
|   Trabaja = Si
|   |   ApEmocional = Si: Exito (6.0/1.0)
|   |   ApEmocional = No: Fracaso (2.0)
|   Trabaja = No: Exito (20.0)
DeseabaCursarITC = No
|   DifCarrera = Facil: Exito (2.0)
|   DifCarrera = Regular: Exito (3.0/1.0)
|   DifCarrera = Dificil: Fracaso (4.0)

Number of Leaves : 6
Size of the tree: 10
Time taken to build model: 0.01 seconds
```

Figura 2. Árbol de decisión generado en Weka.

Los diferentes trayectos que sigue el árbol indican que el éxito y fracaso de las trayectorias escolares dependen de los factores: personal y económico del estudiante de acuerdo con su situación laboral; académico, reflejado en la percepción de la dificultad para cursar la carrera; y familiar, si se le brinda el apoyo emocional para continuar con sus estudios.

Este árbol de decisión se utilizó en el sistema dado que presentó una precisión de 0.935 de éxito, como se muestra en la Tabla 2, lo cual indica que es un modelo predictivo eficaz para generar un pronóstico adecuado del éxito o fracaso de la trayectoria escolar de los estudiantes de ITC en base a su información.

Tabla 1. Instrumento para la recolección de datos.

No.	Preguntas	Respuestas
1	¿Te encuentras inscrito en la carrera que deseabas cursar?	Sí - No
2	¿Cuál es el grado de dificultad con el que calificas la carrera ITC?	Fácil – Regular - Difícil
3	Estudiaste el bachillerato en una institución:	Pública - Privada
4	Marca el tipo de bachillerato:	General - Profesional técnico- Tecnológico - Otro
5	Nombre del bachillerato	Respuesta abierta
6	¿Cuál fue el promedio general en el bachillerato?	Respuesta abierta
7	Actualmente, ¿Cuál es tu estado civil?	Soltero – Comprometido –Casado - Unión Libre - Divorciado
8	Actualmente ¿vives con tus padres?	Sí - No
9	¿Tienes Hijos?	Sí - No
10	¿Cuál es la situación laboral de tu familia?	Trabaja el padre - Trabaja la madre - Trabajan ambos - Ninguno trabaja
11	¿Para realizar tus estudios recibiste apoyo económico de algún familiar u otra persona?	Sí - No
12	¿Para realizar tus estudios recibes algún tipo de beca?	Sí - No
13	¿Tienes bajo tu responsabilidad económica a alguna persona?	Sí - No
14	Actualmente, ¿Trabajas?	Sí - No
15	Si tu respuesta fue “Sí” en la pregunta anterior, responde: ¿Está relacionado tu trabajo con la carrera de ITC?	Sí - No
16	A la semana, ¿cuánto tiempo dedicas a asistir a clases?	Menos de 10 horas - 10 horas - 20 horas - 30 horas - 40 horas
17	A la semana, ¿cuánto tiempo dedicas al estudio, además de tus clases?	Menos de 10 horas - 10 horas - 20 horas - 30 horas - 40 horas
18	¿Cuáles son tus hábitos de estudio?	Tomar notas - Estudiar en la biblioteca - Investigar en internet - Revisar apuntes de clases - Repasar con tiempo - antes de los exámenes - Utilizar esquemas y resúmenes - elaborados por mí - Buscar información en fuentes confiables - Entregar tareas y trabajos en tiempo y forma. Otras (Incluidas por el alumno)
19	¿Recibes apoyo emocional de tu familia para continuar con tus estudios?	Sí - No
20	¿Tuviste que abandonar tu núcleo familiar para realizar tus estudios?	Sí - No
21	¿Existen problemas familiares en tu hogar?	Sí - No
22	¿Cuentan tus padres con estudios universitarios o profesionales completos?	Ninguno - Solo uno - Ambos

Tabla 2. Resultados obtenidos al comparar los 4 árboles de decisión generados en Weka.

Total Registros	Éxito	Fracaso	Correctos	% Correctos	Precisión Éxito	F	Hojas	Tamaño del árbol
10	8	2	10	100.00	1.000	1.0	3	4
20	16	4	19	95.00	0.941	1.0	4	6
30	24	6	26	86.67	0.857	1.0	2	3
37	29	8	35	94.60	0.935	1.0	6	10

*D. Desarrollo del sistema SiPrEF.*

El sistema computacional fue desarrollado en el editor de texto Sublime Text en los lenguajes de programación PHP, HTML y JavaScript, para ser implementado como sistema web desde cualquier navegador con un servidor de modo local en esta primera versión. Para lograrlo se ha utilizado XAMPP, que es una distribución de Apache que contiene un sistema de gestión de base de datos MySQL para el almacenamiento de la información de los estudiantes y de los resultados que se obtendrán del pronóstico generado por el sistema, además de contar con el servidor web Apache y los intérpretes para el lenguaje script: PHP que, a través de estas herramientas, permitirá la ejecución del sistema web [10].

Una vez obtenida la arquitectura del proyecto, así como el Modelo de minería de datos, lo siguiente fue desarrollar el sistema web. El sistema presenta una encuesta por medio de la cual los estudiantes ingresan la información necesaria que servirá para generar el pronóstico.

- Introducción al sistema SiPrEF.

El objetivo del SiPrEF es presentar a los estudiantes de Ingeniería en Tecnologías Computacionales un pronóstico de éxito o fracaso de su trayectoria escolar con base a su información personal, académica, socioeconómica y familiar. Además, permitir al administrador, en este caso algún docente de la carrera, llevar un control general desde la base de datos de la información y los pronósticos generados de cada estudiante de ITC para su posible seguimiento como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Tipos de pronósticos generados por el sistema en base al árbol de decisión.

Pronósticos	
Éxito	Fracaso
Indica que el estudiante no presenta riesgo de desertar en su trayectoria escolar.	Indica que el estudiante es candidato para desertar en su trayectoria escolar.

- Actores del Sistema.

Los actores del sistema son dos: el usuario final, es decir, el alumno al que se le realizará el pronóstico de su trayectoria escolar y el administrador, es decir, el encargado de llevar el control de la base de datos del sistema como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Actores del Sistema SiPrEF.

	<b>Descripción del actor</b>	<b>Funciones dentro del sistema</b>
Usuario Final	El actor usuario final hace referencia al estudiante que interactúa con el sistema web.	-Iniciar sesión -Responder cuestionario -Guardar cuestionario -Visualizar resultado del pronóstico generado en base al cuestionario -Visualizar sugerencias y recomendaciones. -Salir
Administrador	El actor administrador hace referencia a la persona autorizada que llevará un control de la información de la base de datos, en este caso un docente de ITC.	El administrador dentro la funcionalidad del sistema sólo actuará desde la base de datos.

- **Arquitectura del Sistema.**

En la figura 3 se muestra la arquitectura del sistema, su funcionamiento y el proceso que sigue para poder obtener los resultados, visualizándolo como usuario y administrador.

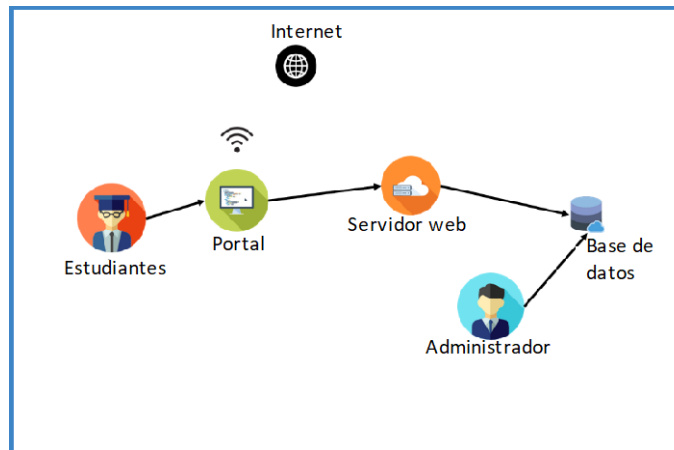


Figura 3. Arquitectura del sistema SiPrEF.

- **Diagramas de secuencia.**

En la figura 4 se observa la secuencia que lleva a cabo el usuario final para su registro y obtiene resultados en base a los Query, ya sea de registro satisfactorio o de error en caso contrario.

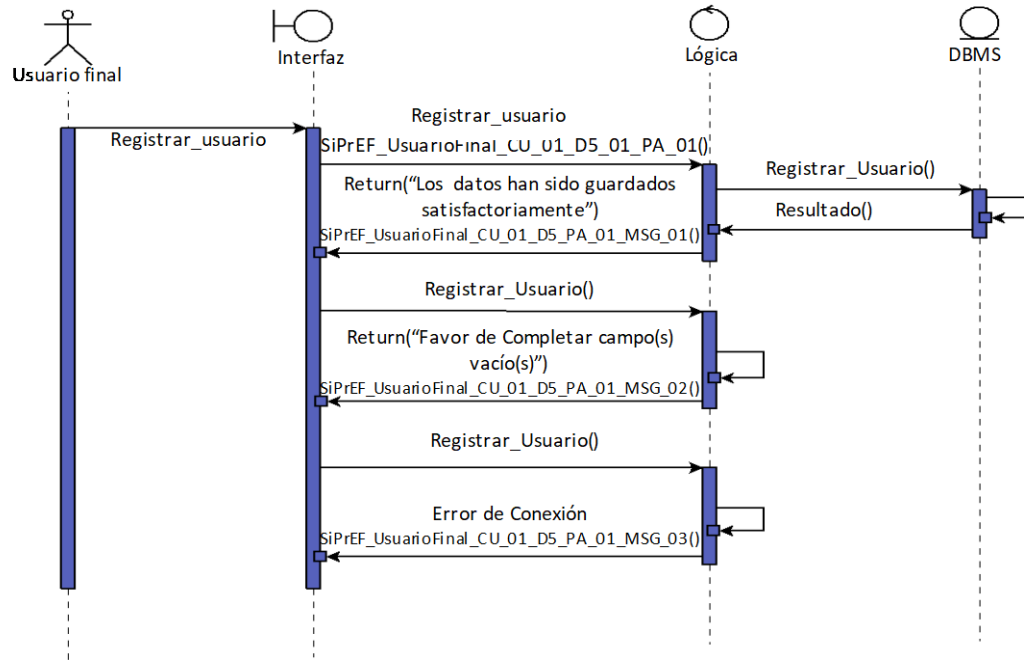


Figura 4. Registro de usuario.

En la figura 5 se muestra la secuencia para guardar el cuestionario en la base de datos y de esta manera se inicia el pronóstico de la trayectoria.

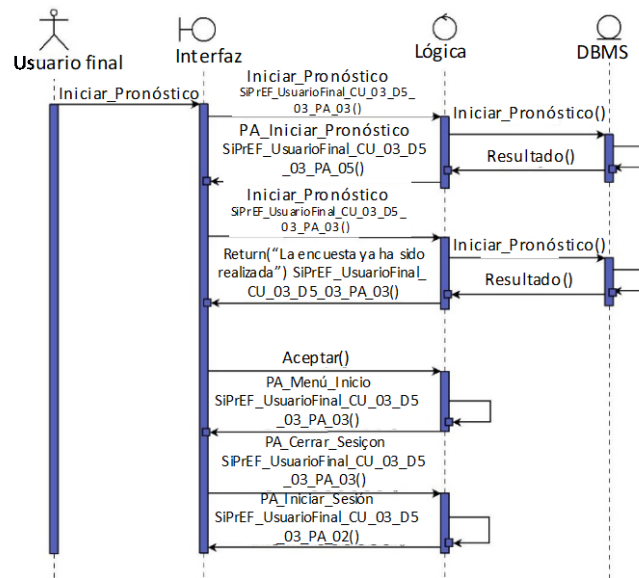


Figura 5. Inicio de pronóstico.

En la figura 6 se observa la secuencia que lleva a cabo el Administrador para su inicio de sesión, para ello ingresará su usuario y contraseña, después obtiene resultados en base a los Query, ya sea de inicio de sesión satisfactorio o de error en caso contrario.



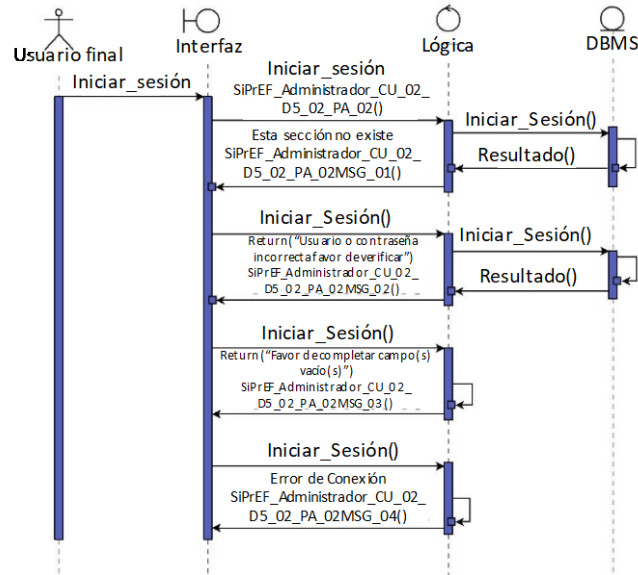


Figura 6. Inicio del administrador.

- Diagrama de navegación de interfaces del SiPrEF.

En la figura 7 se muestra la navegación que se realiza entre las interfaces que componen el sistema dentro de la sección destinada al usuario final.

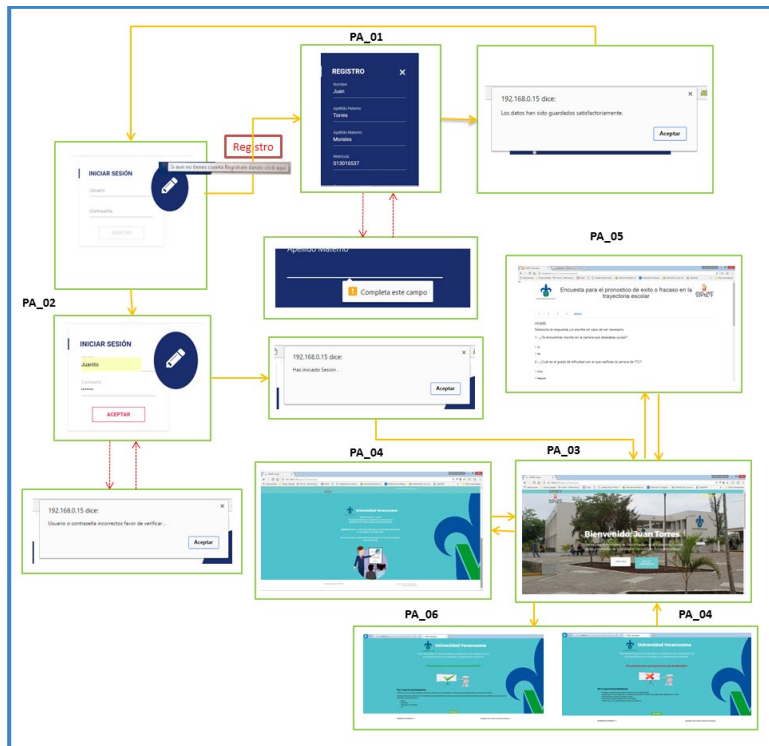


Figura 7. Diagrama de interfaz de usuario.

### III. EVALUACIÓN DEL SISTEMA

- Pruebas al sistema SiPrEF de acuerdo al algoritmo del árbol de decisión.

Las pruebas siguientes se hicieron de acuerdo al plan de pruebas elaborado en la etapa 1. Donde después de responder y guardar las preguntas que sigue el algoritmo tal y como se muestran en la figura 8, el sistema procesa la información a través de condicionales y envía el resultado obtenido por el algoritmo del árbol de decisión.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en estas pruebas no se mostrarán de tal forma al usuario final, ya que solo se han considerado de esta forma para comprobar que el sistema ha seguido correctamente el algoritmo del árbol de decisión.

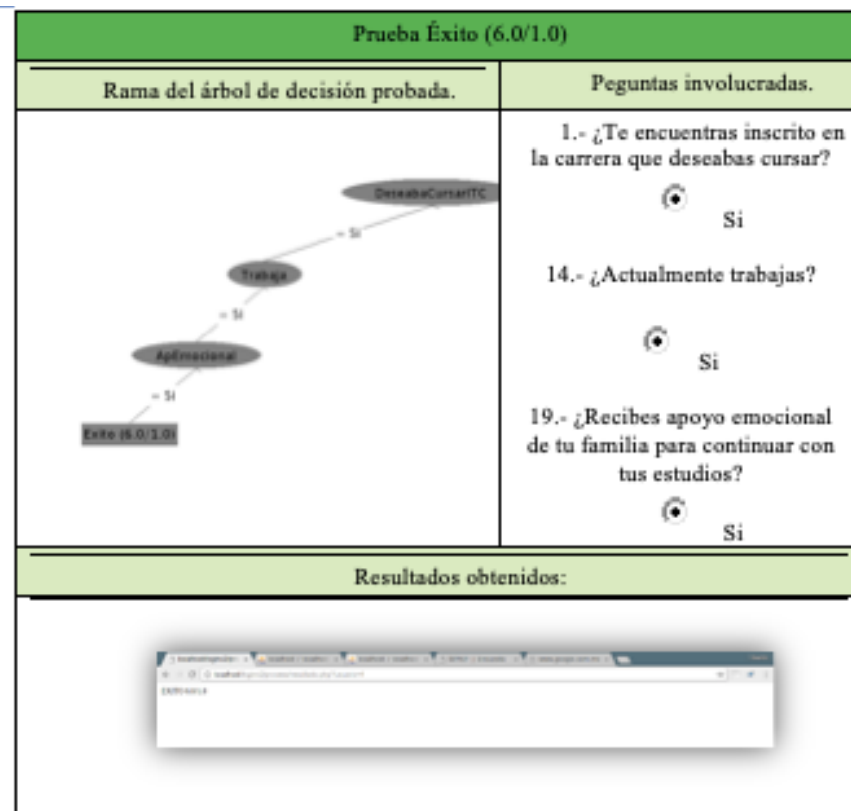


Figura 8. Pruebas al sistema SiPrEF – algoritmo del árbol de decisión.

- Pruebas al sistema.

Las pruebas al sistema en general se siguieron de acuerdo al plan de pruebas elaborado en la etapa 2. En la figura 9 se muestra la prueba 01 del caso de uso 01 y en la figura 10 la prueba 01 del caso de uso 02.



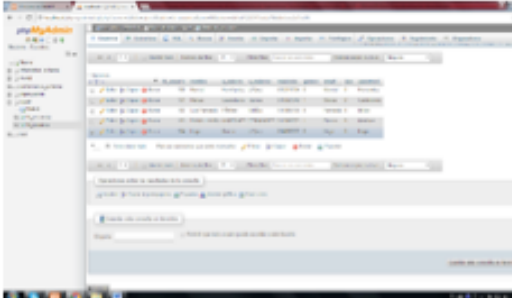
No. de caso de uso: 01	No. de prueba: 01
Caso de prueba:	Conectarse al sistema Clic en el Icono del lápiz para registrarse (en caso de ser un usuario nuevo). Llenar todos los campos de registro. Clic en registrar.
	 

Figura 9. Resultado de la prueba 01 del caso de uso 01: registro de usuario y administrador.

Resultado obtenido: Se han ingresado los datos requeridos correctamente y se han almacenado en la base de datos.


No. de caso de uso: 02	No. de prueba: 01
Caso de prueba:	Iniciar Pronóstico. Responder la encuesta Guardar encuesta
	

Figura 10. Prueba 01 del caso de uso 02: iniciar pronóstico.

Resultado obtenido: El sistema guardará la encuesta en la base de datos SiPrEF una vez que el usuario la haya respondido y lo redireccionará al menú inicio para obtener su resultado y, posteriormente, a la sección de resultados como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Prueba 01 del caso de uso 03: resultados.

Resultado obtenido: En esta sección el usuario podrá ver el resultado de su pronóstico y a su vez las sugerencias y recomendaciones brindadas por el sistema.

El resultado observado dependerá de las respuestas del usuario y el proceso que sigue el árbol de decisión para el pronóstico del éxito o fracaso de la trayectoria del estudiante.

El sistema redireccionará al usuario al menú inicio después de haber dado clic en el botón regresar.

#### IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con la encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes de segundo semestre de Ingeniería en Tecnologías Computacionales, se obtuvieron los resultados que se analizan a continuación.

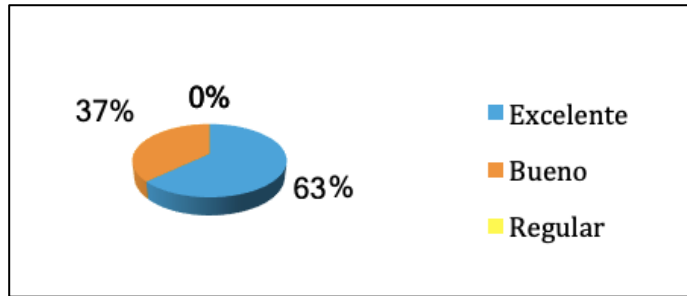


Figura 12. Diagrama de interfaz de usuario.

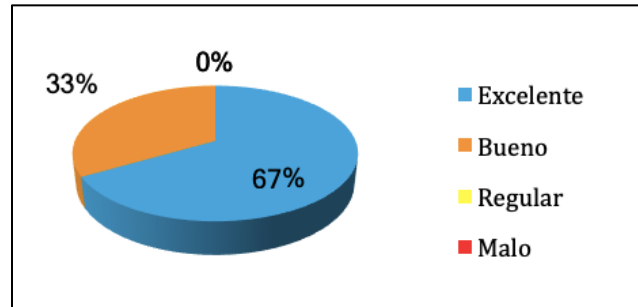


Figura 13. Gráfica de resultados de la valoración del desempeño del sistema.

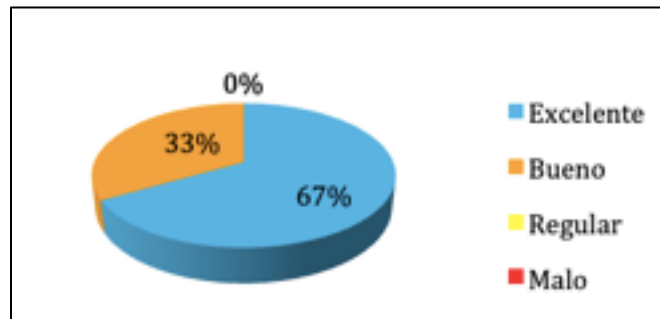


Figura 14. Gráfica de resultados en las recomendaciones que brinda el SiPrEF.

## V. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizaron los datos recabados de estudiantes del programa educativo Ingeniería en Tecnologías Computacionales, tomando en cuenta distintos factores que pueden afectar su trayectoria escolar, como lo son factores personales, socioeconómicos, académicos y familiares. Estos factores juegan un papel importante en el pronóstico de éxito o fracaso del estudiante en su carrera universitaria.

Para poder predecir el éxito o fracaso en la trayectoria escolar de los estudiantes se diseñó, dentro del software de Weka, un modelo de árbol de decisión, que utiliza la información recabada gracias a una serie de preguntas relacionadas con los factores previamente mencionados. Este modelo se creó gracias a distintas técnicas de minería de datos, además de considerar dentro de la población para el pronóstico a los estudiantes que se encuentran cursando semestres superiores, estudiantes egresados y aquellos que ya hayan desertado.

Acompañando al modelo generado en Weka, se diseñó y desarrolló un sistema web denominado SiPrEF con distintas herramientas de programación: HTML, PHP y JavaScript, esto en ID Sublime Text. Este sistema web se aplicó a distintos estudiantes para obtener resultados de pronóstico sobre su

trayectoria escolar, además de aplicar una encuesta de satisfacción sobre el uso de SiPrEF. El experimento se llevó a cabo con estudiantes de segundo semestre, en donde los resultados encontrados arrojan un pronóstico adecuado del éxito o fracaso de la trayectoria escolar, según los datos proporcionados sobre los distintos factores personales, académicos, socioeconómicos y familiares.

Gracias a los resultados obtenidos dentro del experimento, se puede concluir que el desarrollo de este trabajo de investigación fue exitoso, puesto que se está cumpliendo con el objetivo planteado que es desarrollar una herramienta intermediaria que ayude a disminuir el índice de deserción, esto mediante la creación de un sistema apto y capaz de generar un pronóstico adecuado de la trayectoria escolar de los estudiantes, tomando en cuenta todos los factores que pueden afectar en su vida escolar.

El sistema creado tiene la oportunidad de incrementar la precisión en sus predicciones conforme se vaya actualizando con información de nuevos estudiantes, analizando más casos de éxito o fracaso y considerando nuevos factores para generar recomendaciones de cómo afrontar dichos factores de forma exitosa. Mientras más información contenga el árbol de decisión, una mayor precisión se obtendrá, por lo que es de suma importancia la actualización constante.

Es importante mencionar que, si bien, el sistema brinda un pronóstico sobre la trayectoria escolar individualizada por estudiante gracias al modelo del árbol de decisión, esto solo se podrá corroborar al momento en que el estudiante concluya su trayectoria escolar, ya sea de forma exitosa o no.

Por último, se hace la observación de que el uso del sistema SiPrEF no beneficiará o afectará al estudiante dentro de su trayectoria escolar, más bien determina cuáles estrategias o recomendaciones son pertinentes según sus factores individuales. Con esta información se lleva a cabo el proceso de comunicación tutor-tutorado para poder atender las recomendaciones y tratar de ajustar para garantizar el éxito en su trayectoria escolar.

## REFERENCIAS

- [1] S. Daniel, D. Alamilla y O. García, "Factores que influyen en la trayectoria escolar de la licenciatura en Derecho y Jurisprudencia," EDÄHI ICSHU, Hidalgo, 2011.
- [2] G. Octaviano y C. Barrón, "Un estudio sobre la trayectoria escolar de los estudiantes de doctorado en Pedagogía," Perfiles Educativos, México, 2011, pp 94-113.
- [3] O. Juan, R. López y E. Alarcón, "Trayectorias Escolares en Educación Superior," Xalapa, Ver.: Universidad Veracruzana, 2015
- [4] P. d. L. María, "Guía para el seguimiento de trayectorias escolares," Hidalgo 2003.
- [5] N. Rodríguez, L. Reyes, A. Jiménez, C. Brian, J. Ruiz, "Minería de Datos: Modelo Predictivo de Deserción Escolar," IEEE, 89-93, 2017.
- [6] S. Valero, "Aplicación de Técnicas de Minería de Datos para Predecir Deserción," Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Tesis 2009.
- [7] ANUIES, "Deserción, rezago y eficiencia terminal en las IES. Propuesta metodológica para su estudio," México: Facultad de Ciencias de la Electrónica, 2001.
- [8] F. S. López, "La deserción escolar de jóvenes en México tiene una caída "brutal" en comparación con países de América Latina:" Boletín 218. Senado de la República, 2015.
- [9] M. García, A. Álvarez., "Análisis de datos en Weka: Pruebas de selectividad," Madrid, 2007.