

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA TUTOR INTELIGENTE PARA REDUCIR EL
ÍNDICE DE REPROBACIÓN EN INGENIERÍA INFORMÁTICA.**

TESIS QUE PRESENTA:

Edgar Degante Aguilar

Como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA TUTOR INTELIGENTE PARA REDUCIR
EL ÍNDICE DE REPROBACIÓN EN INGENIERÍA INFORMÁTICA.**

TESIS QUE PRESENTA:

Edgar Degante Aguilar

Como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES



Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán, Puebla.
Agosto de 2020.

La presente tesis titulada **Implementación de sistema tutor inteligente para reducir el índice de reprobación en ingeniería informática**, fue realizada bajo la dirección del Consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

MAESTRO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES.

DIRECTOR:

M.S.C. RAUL MORA REYES

1er. CO-DIRECTOR:

M.E. EMMANUEL VÁZQUEZ BENITO

2o. CO-DIRECTOR:

M.S.C.

Agradecimientos

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán por ser mi Alma Mater, a mis asesores y director de tesis cuyo trabajo fue esencial en el desarrollo de la tesis.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a todos los que intervinieron para que se lograra.

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de casos de uso general.	27
Ilustración 2. Diagrama de secuencia: Administrar asignaturas.	28
Ilustración 3. Diagrama de secuencia: Administrar competencias.	28
Ilustración 4. Diagrama de secuencia: Generar reporte.	29
Ilustración 5. Diagrama de secuencia: Iniciar sesión.	29
Ilustración 6. Diagrama de clases,	30
Ilustración 7. Inicio de sesión. Fuente propia.	66
Ilustración 8. Dashboard del Estudiante.	67
Ilustración 9. Verificación del estado de las competencias por asignatura. Fuente propia.	69
Ilustración 10. Resumen de información y avance del estudiante. Fuente propia.	70
Ilustración 11. Progreso general del Estudiante.	71
Ilustración 12. Interpretación de resultados de las tres encuestas acerca del contexto de estudio del estudiante.	86
Ilustración 13. Gráfica de frecuencias en organización del estudio.	87
Ilustración 14. Gráfica de frecuencias de calificación de técnicas de estudio.	88
Ilustración 15. Gráfica frecuencias de calificación en motivación para el estudio.	89

Ilustración 16. Tabla de frecuencia de estilos de aprendizaje resultantes. ...	90
Ilustración 17. Gráfica de estilos de aprendizaje resultantes.	91
Ilustración 18. Análisis estadístico de estilos de aprendizaje.....	92
Ilustración 19. Análisis de calificaciones de una asignatura con y sin STI....	94
Ilustración 20. Análisis estadístico de calificaciones sin STI.....	96
Ilustración 21. Tabla de calificaciones con el uso del STI.....	97
Ilustración 22. Resumen de resultados de los dos grupos.....	99

Índice de tablas

Tabla 1. Encuesta para la organización del estudio.....	78
Tabla 2. Encuesta sobre técnicas de estudio.	80
Tabla 3. Encuesta sobre motivación para el estudio.....	82
Tabla 4. Tabla de comparación para estudiantes universitarios de primer año.	83

Índice general

1.1 Introducción	7
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 General:.....	12
1.3.2 Específicos:	12
1.4 Alcances	13
1.5 Limitaciones.....	14
1.6 Justificación	15
1.7 Preguntas de Investigación	19
1.8 Hipótesis e identificación de variables	20
1.8.1 Hipótesis.....	20
1.8.2 Identificación de variables	20
1.9 Estado del arte	21
1.9.1 Antecedentes	21
CAPÍTULO II.....	26
2.1 Propuesta tecnológica (Prototipo).....	27
2.2 Descripción de Casos de Uso	31
2.2.1 Caso de uso: CU001 Iniciar sesión	31
2.2.2 Caso de Uso: CU002 Administrar usuarios	33
2.2.3 Caso de Uso: CU003 Administrar cursos	36
2.2.4 Caso de Uso: CU004 Administrar asignaturas	39
2.2.5 Caso de Uso: CU005 Administrar Competencias.....	42
2.2.6 Caso de Uso: CU006 Acreditar Actividades	45

2.2.7 Caso de Uso: CU007 Evaluar actividad	47
2.3 Fundamentos teóricos	49
2.4 Componentes del Sistema Tutor Inteligente	52
2.4.1 Módulo de dominio de conocimiento	52
2.4.2 Módulo del estudiante	53
2.4.3 Módulo de tutor	54
2.5 Elección de la metodología ágil de desarrollo para el Sistema Tutor Inteligente	60
2.5.1 Metodología de desarrollo de aplicaciones	60
2.6 Prototipo	65
2.6.1 Wireframes desde la vista del estudiante	66
2.7 Metodología de investigación	72
2.8 Elección de la herramienta de recolección de datos.....	75
2.8.1 Ejemplo de las encuestas:.....	76
2.8.2 Encuesta para organización del estudio.....	77
2.8.3 Encuesta sobre técnicas de estudio.....	79
2.8.4 Encuesta sobre motivación para el estudio	81
2.8.5 Tabla de comparación para estudiantes universitarios de primer año83	
CAPÍTULO III	84
3.1 Análisis de datos.....	85
3.2 Selección de pruebas estadísticas	86
3.3 Realización del análisis (Interpretación)	92
3.4 Comprobación de la hipótesis	100
CAPÍTULO IV.....	101
Bibliografía.....	104

Resumen

La educación superior se ha consolidado como uno de los objetivos más perseguidos por los jóvenes entusiastas con miras a crecer profesionalmente en un mundo laboral muy exigente. Multitud de instituciones educativas de nivel superior compiten por retener a sus estudiantes y conservar la cantidad máxima posible hasta culminar el proceso educativo.

Es en los primeros cuatro semestres de la carrera que los estudiantes afianzan, de manera correcta, los aprendizajes construidos en programación orientada a objetos y el logro de las competencias se convierte en un aspecto importante en la formación del educando. La deserción, en un 70%, es ocasionada por un fenómeno activo y latente denominado reprobación y suele darse en la mayor parte de las asignaturas, sin embargo, las materias de programación no aprobadas constituyen una de las causas de desánimo del estudiante, reprobación de asignaturas consecuentes, atraso en continuidad normal de formación profesional y, por último, la deserción escolar.

La implementación de un Sistema Tutor Inteligente es un apoyo eficiente para el desarrollo de las competencias específicas y genéricas de las asignaturas de programación en los primeros semestres de la carrera Ingeniería Informática: Fundamentos de Programación y Programación Orientada a Objetos. Dichas asignaturas se encuentran tanto en la modalidad escolarizada como la modalidad mixta.

Se pretende que, mediante el uso del Sistema Tutor Inteligente, los estudiantes de Ingeniería Informática desarrollen habilidades propias de programación contenidas en el plan de estudios de cada una de las asignaturas.

Summary

Higher education has established itself as one of the goals most pursued by enthusiastic young people with a view to growing professionally in a very demanding world of work. Many top-level educational institutions compete to retain their students and retain as much as possible until the educational process is complete.

It is in the first four semesters of the career that students correctly strengthen the learnings built in object-oriented programming and the achievement of the competencies becomes an important aspect in the formation of the education. The dropout, by 70%, is caused by an active and latent phenomenon called rebuke and usually occurs in most subjects, however, unapproved programming subjects constitute one of the causes of student discouragement, failure of consequential subjects, delay in normal continuity of vocational training and, finally, school dropout.

The implementation of an Intelligent Tutor System is an efficient support for the development of specific and generic competencies of programming subjects in the first semesters of the career Computer Engineering: Basics of Programming and Object-Oriented Programming. These subjects are both in the schooling modality and the mixed modality.

It is intended that, through the use of the Intelligent Tutor System, computer engineering students develop their own programming skills contained in the curriculum of each of the subjects.

CAPÍTULO I
GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Introducción

El índice de reprobación es un indicador común en todas las instituciones educativas de todos los niveles educativos de la nación. En el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán los índices de reprobación en todas las ingenierías se encuentran dentro del promedio nacional y estatal en un aproximado del 20%. La carrera denominada Ingeniera Informática presenta un 3% abajo del promedio estatal y nacional, sin embargo, el índice aumenta mientras transcurren los semestres.

Se propone una solución basada en el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente (en adelante STI) para disminuir gradualmente el indicador de reprobación de la carrera de Ingeniería Informática en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. El STI está conformado por los módulos principales: alumnos, docentes y tutor inteligente. Se usa Python 3 para el desarrollo por ser idóneo en el tratamiento de los datos.

El problema afecta directamente a la matrícula de la carrera de Ingeniería Informática en los dos sistemas educativos, siendo más notorio en el sistema mixto debido a que la población estudiantil es distinta a la del sistema escolarizado tanto en el aspecto socioeconómico como en el aspecto laboral. Al tratar el problema, es altamente probable tomar las decisiones adecuadas para contribuir a la reducción del índice de reprobación. El problema es abordado porque es un fenómeno latente capaz de reducir la matrícula estudiantil de la carrera de Ingeniería Informática.

1.2 Planteamiento del problema

La educación superior se ha consolidado como uno de los objetivos más perseguidos por los jóvenes entusiastas con miras a crecer profesionalmente en un mundo laboral muy exigente. Multitud de instituciones educativas de nivel superior compiten por retener a sus estudiantes y conservar la cantidad máxima posible hasta culminar el proceso educativo.

Entre las instituciones de educación superior de la región se encuentra el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán («Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán», 2019), el Instituto oferta carreras profesionales a nivel de licenciatura en ingeniería, especialización y posgrado. Entre las carreras se encuentra Ingeniería Informática con una población aproximada de 200 estudiantes en los dos sistemas educativos ofertados: escolarizado y mixto.

En su Informe sobre la educación media superior en América Latina y El Caribe: (Bustos, Roldán, & Guzmán, s. f.) estima que en México el abandono de los estudios tiene un costo de entre 141 y 415 millones de dólares, además de las consecuentes afectaciones a la salud física y mental de los estudiantes, generadas por la reprobación y/o deserción escolar.

En el documento denominado Estudio Panorama de la Educación, publicado en 2006, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), señala que en el 2004 en nuestro país 50 de cada 100 alumnos estaban en riesgo de abandonar la educación, este comportamiento ubica a México en el primer lugar en deserción de educación de los países que conforman la OCDE. La reprobación y el rezago fungen como la antesala de la deserción escolar; el estudio y explicación de los factores que las provocan adquieren una dimensión superlativa.

De acuerdo con Gómez (citado por Martínez Maldonado, 1998), la reprobación y el rezago escolar en el nivel universitario incluyen “la no aprobación de asignaturas en la serie de ciclos o semestres escolares originalmente previstos, la no aprobación acumulada; la repetición de cursos no aprobados; la repetición de cursos no concluidos por no haberse presentado los exámenes ordinarios; la acreditación de cursos por medio de exámenes extraordinarios, la acreditación de cursos a destiempo, el atraso en créditos y el retardo en la titulación”.

Una de las causas de deserción del estudiante de nivel superior es la reprobación y ésta se da principalmente en los primeros semestres de la carrera. Guadalupe Cu Balan (2005), expone las causas probables de deserción, reprobación y bajo rendimiento escolar de los alumnos en los dos primeros semestres de la carrera: falta de orientación vocacional, falta de motivación de los educandos y bajos conocimientos adquiridos en el nivel medio superior.

El diagnóstico de la educación superior citado en el Programa Nacional de Educación 2001-2006 (SEP2001, p.191) arroja datos que reflejan la alarmante magnitud del fenómeno de la reprobación y deserción, Reyes Seañez (2006). La eficiencia terminal de la Licenciatura es tan solo del 50%, dato que se ha mantenido consistente de acuerdo con lo reportado por Didrikson (2000) y que implica que la mitad del total de los estudiantes que ingresan al nivel superior se estancan o desaparecen del sistema educativo nacional.

El alto índice de reprobación estudiantil de la carrera en Ingeniería Informática se debe, en gran parte, a la deserción escolar que sufre en los primeros semestres de la formación profesional. Es en los primeros cuatro semestres de la carrera que los estudiantes afianzan de manera correcta los aprendizajes construidos en programación orientada a objetos y el logro de las competencias se convierte en un aspecto importante en la formación del educando.

La deserción, en un 70%, es ocasionada por un fenómeno activo y latente denominado reprobación y suele darse en la mayor parte de las asignaturas, sin embargo, las materias de programación no aprobadas constituyen una de las causas de desánimo del estudiante, reprobación de asignaturas consecuentes, atraso en continuidad normal de formación profesional y, por último, la deserción.

El jefe de academia de ingeniería Informática, Agustín Ronzón Jiménez, dio a conocer el valor del indicador de reprobación de la carrera Ingeniería Informática, otorgados por la división de Ciencias Básicas, y aun cuando los resultados se encuentran abajo de la media estatal y nacional, el problema es latente y constituye uno de los factores del rezago educativo además de mermar la cantidad de estudiantes de la ingeniería.

1.3 Objetivos

1.3.1 General:

Desarrollar un sistema tutor inteligente con enfoque en lógica de programación para contribuir a disminuir el índice de reprobación de los estudiantes de Ingeniería Informática de los primeros tres semestres del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán en las asignaturas de Programación.

1.3.2 Específicos:

- Determinar los criterios de representación de características de los estudiantes en el aprendizaje de programación.
- Construir una base de datos que permita almacenar la representación de características personales y cognitivas de los estudiantes.
- Identificar la técnica basada en Machine Learning para la construcción del tutor inteligente de programación.
- Diseñar e implementar un método automático basado en Machine Learning para categorizar a los estudiantes según las características personales y cognitivas.

1.4 Alcances

- Diseñar una base de datos adecuada para el tratamiento de la información generada por los estudiantes en un plazo máximo de dos meses.
- El Sistema Tutor Inteligente podrá ser administrado por un uno o más responsables de uno o más departamentos.
- El Sistema Tutor Inteligente gestionará actividades de aprendizaje para los Estudiantes que se encuentren dentro de un proceso de regularización.

1.5 Limitaciones

- El Sistema Tutor Inteligente se implementará únicamente en la carrera de Ingeniería Informática para atender a los primeros 3 semestres de los sistemas escolarizado y mixto.
- La recolección de datos puede tardar más tiempo de lo planeado, por lo tanto, la generación de reportes puede demorar proporcionalmente al tiempo empleado en el procesamiento de la información.
- El periodo de análisis de datos llevará al menos un periodo de 3 meses.
- Resistencia de Estudiantes a realizar las actividades del Sistema Tutor Inteligente.

1.6 Justificación

La implementación de un sistema tutor inteligente es un apoyo eficiente para el desarrollo de las competencias específicas y genéricas de las asignaturas de programación de los primeros semestres de la carrera Ingeniería Informática: Fundamentos de Programación y Programación Orientada a Objetos. Dichas asignaturas se encuentran tanto en la modalidad escolarizada como la modalidad mixta.

Se pretende que, mediante el uso del Sistema Tutor Inteligente, los estudiantes de Ingeniería informática desarrollen habilidades propias de programación contenidas en el plan de estudios de cada una de las asignaturas.

En el plan de estudios de la asignatura Fundamentos de Programación se tiene como competencia específica: Aplica las herramientas de programación orientada a objetos, para modelar y desarrollar soluciones a diversos problemas del mundo real. Adicionalmente a dicha asignatura no se especifica ninguna habilidad, asignatura y/o competencia previa.

En la asignatura que tiene por nombre Programación Orientada a Objetos se plantea como competencia previa: Aplica las herramientas básicas de

programación orientada a objetos, para modelar y desarrollar soluciones a diversos problemas del mundo real; dicha competencia corresponde al aprendizaje construido en la asignatura de Fundamentos de Programación, y la competencia a desarrollar en Programación Orientada a Objetos es: Aplica el paradigma orientado a objetos para el desarrollo de aplicaciones que solucionen problemas del entorno.

Con lo expuesto anteriormente es posible verificar el beneficio de llevar un seguimiento adecuado a cada estudiante que se encuentre en estado de alerta en el indicador de reprobación de la carrera de Ingeniería Informática. Las competencias marcadas en cada una de las asignaturas deben desarrollarse plenamente para disminuir el indicador de reprobación en asignaturas posteriores.

Los STI fueron diseñados con la idea de impartir conocimiento guiando al estudiante en el proceso de aprendizaje a través de alguna forma de inteligencia. Se pensó en un sistema que exhibiera un comportamiento similar al de un tutor humano, que asistiera al estudiante con ayuda cognitiva, es decir, que se pudiera adaptar al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que este resuelve un problema a fin de ofrecerle ayuda cuando lo requiriera (Urretavizcaya, 2001).

La introducción del Sistema Tutor Inteligente en la ingeniería mencionada se propone, en un principio, como un emulador de tutor humano, sin embargo, debe estar diseñado desde una concepción epistemológica acerca de lo que significa enseñar Programación Básica para las carreras de Ingeniería (Cataldi & Lage, 2010) en relación al perfil y la identidad del futuro ingeniero informático.

Para lograrlo se busca desarrollar un Sistema Tutor Inteligente que sea capaz de personalizar el proceso de enseñanza en los distintos dominios de manera autónoma con la mínima interacción del tutor humano. Asimismo, el sistema determinará la retroalimentación personalizada para cada estudiante y el protocolo a usar para definir sesiones de trabajo con los participantes y garantizar los mejores resultados posibles.

Los problemas de aprendizaje a nivel licenciatura se reflejan en el bajo rendimiento escolar o, en el peor de los casos, en el truncamiento de una carrera, por no acreditar asignaturas relacionadas con ésta (Aguilar, González, & Campos, 2013).

En cada asignatura se busca construir un aprendizaje significativo para el estudiante y para fin es necesario presentar la conciencia de los conocimientos previos de los alumnos relacionados con lo que van a aprender, realizar una evaluación diagnóstica, identificar estilos de aprendizaje, e incluso, diseñar

actividades diferenciadas para estudiantes que presentan dificultades en su aprovechamiento académico.

1.7 Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles han sido las causas originales de los índices de reprobación en Ingeniería Informática plan 2010 en las materias de Fundamentos de Programación y Programación Orientada a Objetos?
- ¿En qué grado son adecuadas las actividades planteadas por el docente al interior de la instrumentación didáctica?
- ¿Cuáles son los factores determinantes del éxito en el cumplimiento satisfactorio de la competencia específica de cada asignatura de programación perteneciente a Ingeniería Informática plan 2010?
- ¿Cuáles son los mecanismos y estrategias de respuesta y seguimiento a estudiantes con bajo perfil académico?
- ¿Cuáles son los instrumentos usados para determinar el grado de aprendizaje de un estudiante de Ingeniería Informática en asignaturas de programación?
- ¿Cómo organizar el conocimiento de forma eficiente y dinámicamente para diseñar la mejor ruta de aprendizaje para cada estudiante en particular?
- ¿Cómo determinar el estado de conocimiento de un estudiante de programación?

1.8 Hipótesis e identificación de variables

1.8.1 Hipótesis

La implementación de un Sistema Tutor Inteligente contribuirá a la reducción de un 15% en el índice de reprobación en las materias de Fundamentos de Programación y Programación de los estudiantes de Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

1.8.2 Identificación de variables

Variable dependiente: Índice de reprobación

Variable independiente: Sistema Tutor Inteligente

1.9 Estado del arte

1.9.1 Antecedentes

En el mercado existen Sistemas Tutores Inteligentes con enfoques diversos de acuerdo con la población objetivo. Entre los Sistemas Tutores Inteligentes que pueden destacar en el campo de la educación encontramos los siguientes:

SIMPLIFY es un proyecto de I+D financiado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, con expediente nº RTC-2015-4329-7 a través de la convocatoria Retos-Colaboración del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e innovación orientada a los retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación científica y técnica y de innovación 2.013-2.016 (SIMPLIFY, 2015).

SIMPLIFY tiene como objetivo ofrecer herramientas de soporte al educador que le ayuden a entender mejor el proceso de aprendizaje y los problemas de sus alumnos, dedicando menos esfuerzo a las tareas más rutinarias de supervisión y ofreciendo un mecanismo de refuerzo del aprendizaje.

SIMPLIFY facilita el smart working en el aula. Su objetivo es medir el progreso de aprendizaje del estudiante aplicando para ello técnicas propias de los campos del learning analytics y la psicometría. El sistema analiza de manera continua los

datos que producen los alumnos en su interacción con el entorno educativo y genera un modelo visual del alumno.

De manera inteligente determina qué información es la relevante para el profesor en un contexto dado y la muestra, evitando un exceso de información que dé lugar a un fenómeno de parálisis por análisis. A su vez, libera tiempo del profesor, al eliminar tareas de gestión manual de la información y posibilita la aplicación de nuevos métodos de enseñanza.

SIMPLIFY dota al profesor de las herramientas básicas para aplicar la pedagogía invertida con un mínimo esfuerzo. Informes automáticos de actividad identificarán problemas en las actividades asignadas y le permitirán preparar y adaptar con antelación la clase presencial. Permitirá a su vez integrar información introducida por el profesor con trazas generadas automáticamente por los contenidos, ofreciendo así soporte para la evaluación del aprendizaje basado en proyectos (PBL) o la evaluación por competencias desde una plataforma única.

La visión global que se proporciona del alumno aumenta la capacidad del profesor para fomentar la atención a la diversidad en el aula, tanto en el caso de aquellos alumnos que precisan un refuerzo como la de aquellos con altas capacidades.

Para lograr este objetivo, el proyecto incluye en su planteamiento la realización de los siguientes desarrollos técnicos:

Dashboard inteligente para el profesor, integrado sobre su LMS, que realiza un seguimiento del alumnado y muestra sus principales dificultades.

Contenidos educativos dotados de capacidades analíticas que les permiten adaptarse de manera autónoma a los distintos grados de diversidad de la clase y ofrecer, en detalle, información sobre su eficacia instruccional.

Desarrollo de un tutor adaptativo para el refuerzo escolar que, periódicamente, hace repasar al alumno materias pasadas (sin intervención del profesor) para afianzar sus conocimientos.

Generación automática de informes personalizados para su comunicación con las familias

Los Sistemas Tutores Inteligentes son sistemas informáticos que se utilizan para facilitar el proceso de enseñanza, ya que se adaptan al conocimiento de la materia del aprendiz y minimizan las intervenciones de instructores humanos.

El Pensamiento Computacional (PC) es un proceso de pensamiento que ayuda a las personas a resolver problemas, diseñar sistemas, entender el comportamiento humano y utilizar la computadora para automatizar la solución

de problemas. En este trabajo se implementa un prototipo de un Sistema Tutor Inteligente a través del uso de la herramienta llamada CTAT (Cognitive Tutoring Authoring Tools).

La investigación sobre material didáctico del PC para desarrollar un plan de estudios incluye una serie de actividades. El prototipo se implementa en un LMS y permite a los jóvenes de educación media, el aprendizaje y desarrollo del PC en las áreas de: Análisis de la Información, Representación de la Información, Abstracción y Algoritmos y Procedimientos. Modelo de un sistema tutor inteligente para el desarrollo del pensamiento computacional (Saavedra, 2016).

Es una herramienta de autor que facilita la elaboración de STI a usuarios no expertos en el campo informático; pero sí en dominios donde ejercen su profesión como docentes. Como filosofía de trabajo de este software se definen dos fases bien delimitadas: diseño del STI y trabajo con la herramienta computacional HESEI.

Esto facilita al experto en la materia representar a plenitud su saber humano, lo que resulta un trabajo muy engorroso para un ingeniero del conocimiento debido a la disimilitud de materias y a la complejidad de poder asimilar la experiencia humana. Esta herramienta está diseñada para realizar STI utilizando MC (Mapa conceptual), pero no es multiplataforma, además es una aplicación de escritorio.

En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se desarrollan producciones de software para la salud y equipos médicos, educación, telecomunicaciones, bioinformática, y otras, vinculadas con diferentes instituciones, contribuyendo al desarrollo de la genética médica en el país. Se han desarrollado Sistemas Expertos para diferentes ramas, siendo la medicina la rama más común y difundida en estos.

SEGEDIS (Sistema Experto para el diagnóstico médico de las enfermedades genéticas con Dimorfias): creado con el objetivo de proporcionar a los genetistas cubanos una herramienta en el apoyo a sus decisiones. Además, permite a los genetistas del Centro Nacional de Genética Médica (CNGM) que poseen los permisos de administración sobre la misma, agregar nuevas enfermedades, actualizando sistemáticamente la aplicación, y de esta forma brindar una mejor atención a los pacientes.

SEDIM-SV utilizando la metodología Weiss-Kulikowski. Este es un Sistema Experto de Diagnóstico Médico de Sepsis Vaginales (SEDIM-SV), como medio de ayuda, para la consulta de Ginecología de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

2.1 Propuesta tecnológica (Prototipo)

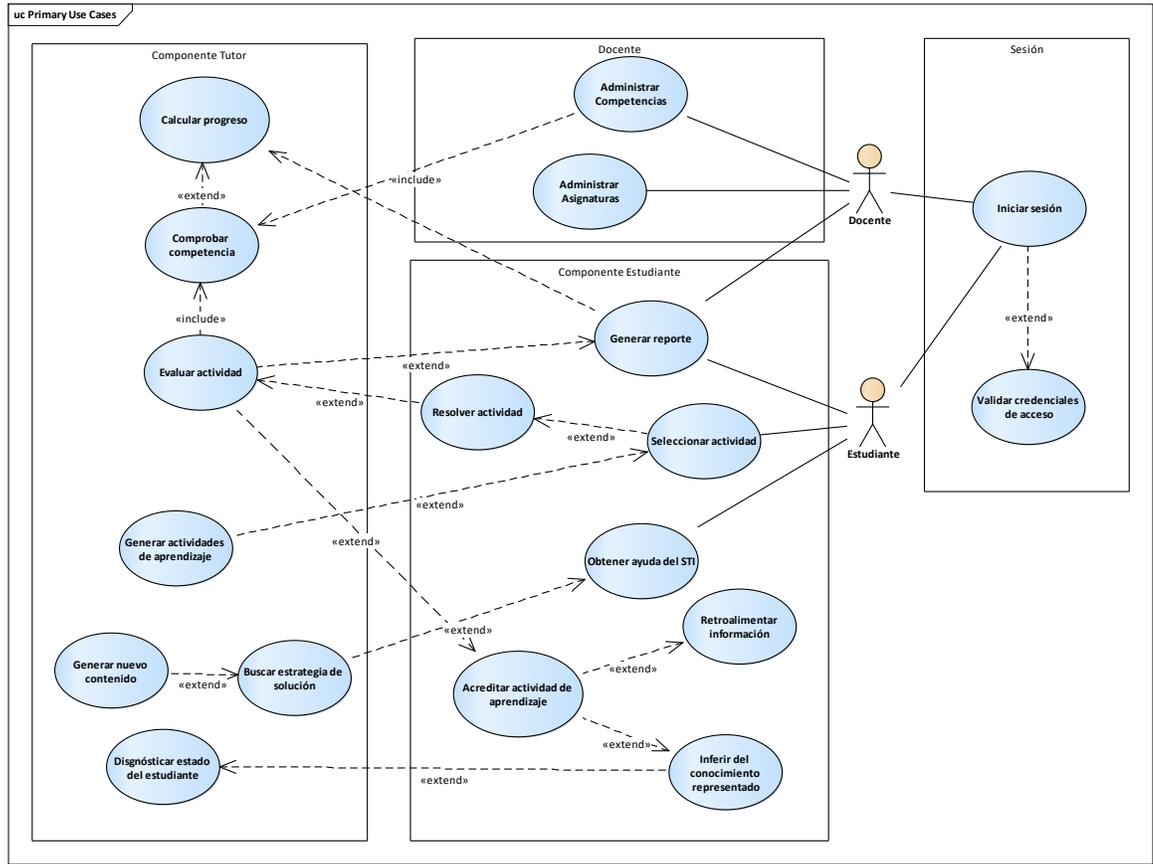


Ilustración 1. Diagrama de casos de uso general.

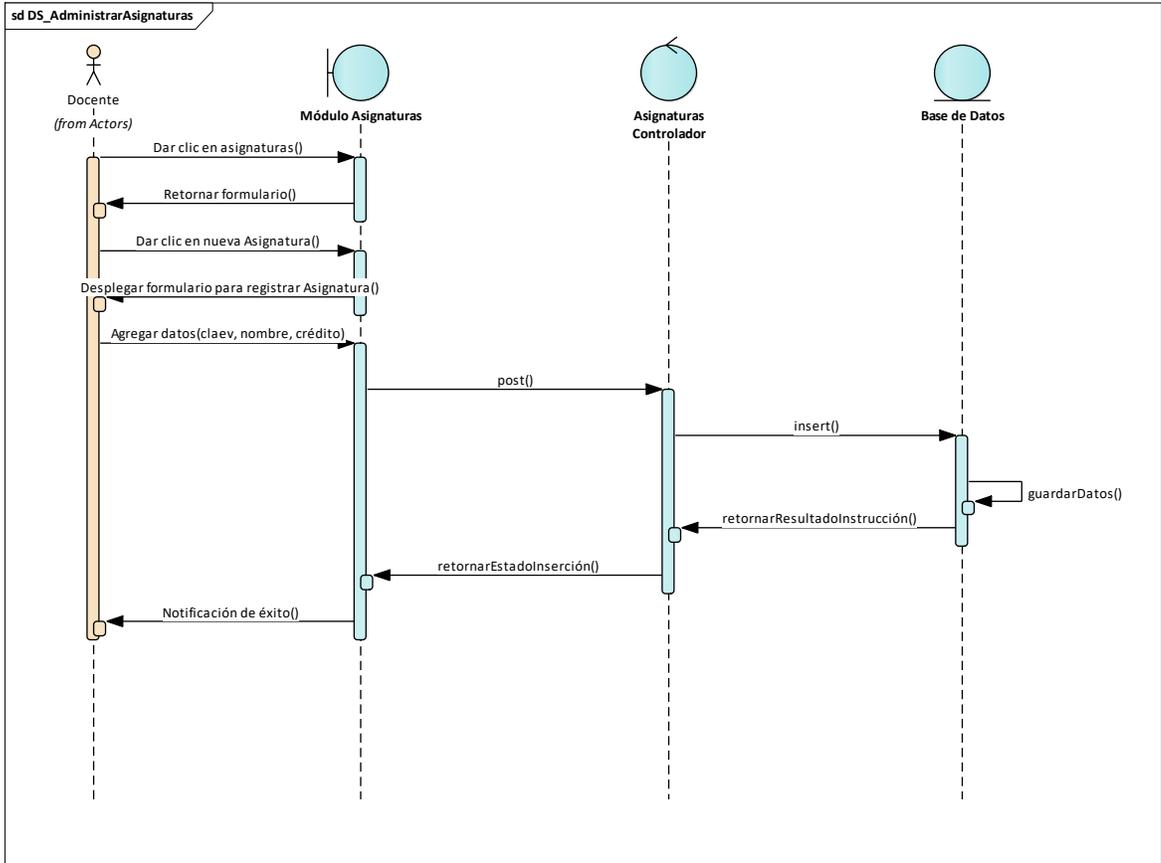


Ilustración 2. Diagrama de secuencia: Administrar asignaturas.

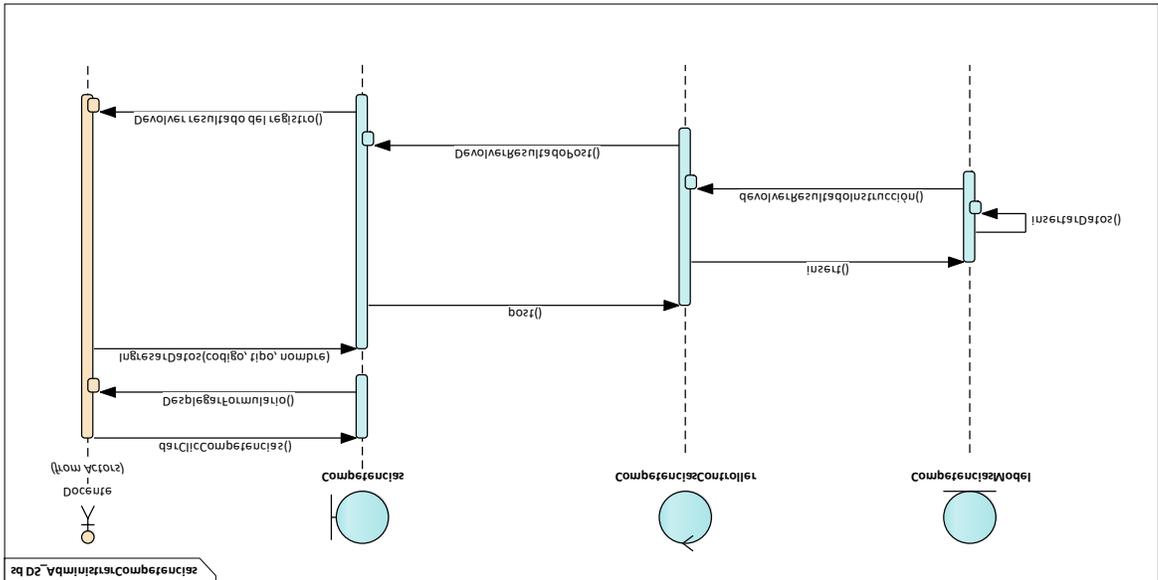


Ilustración 3. Diagrama de secuencia: Administrar competencias.

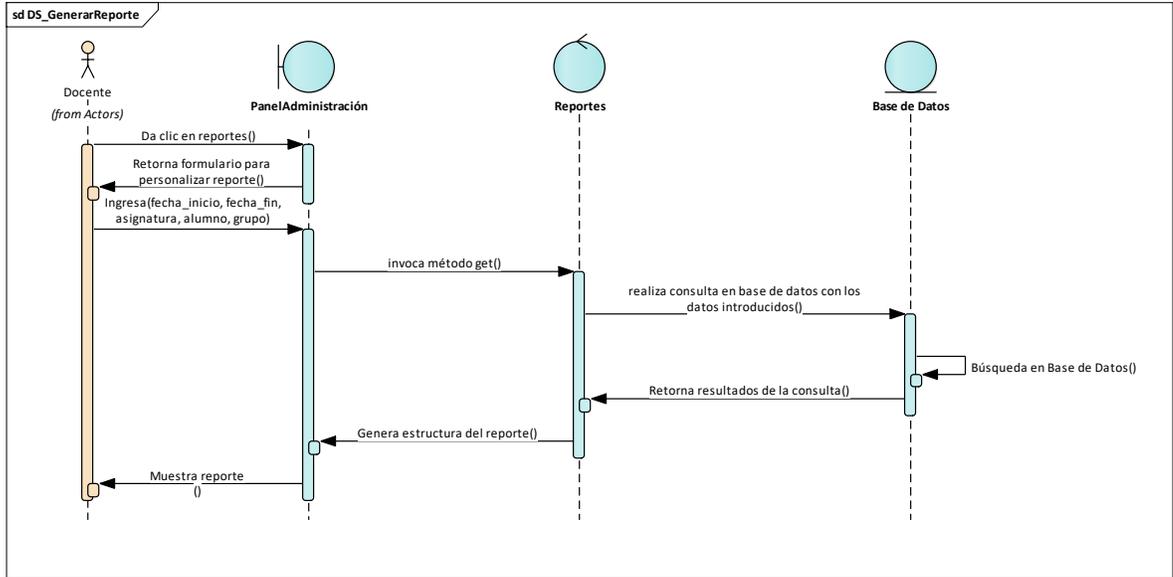


Ilustración 4. Diagrama de secuencia: Generar reporte.

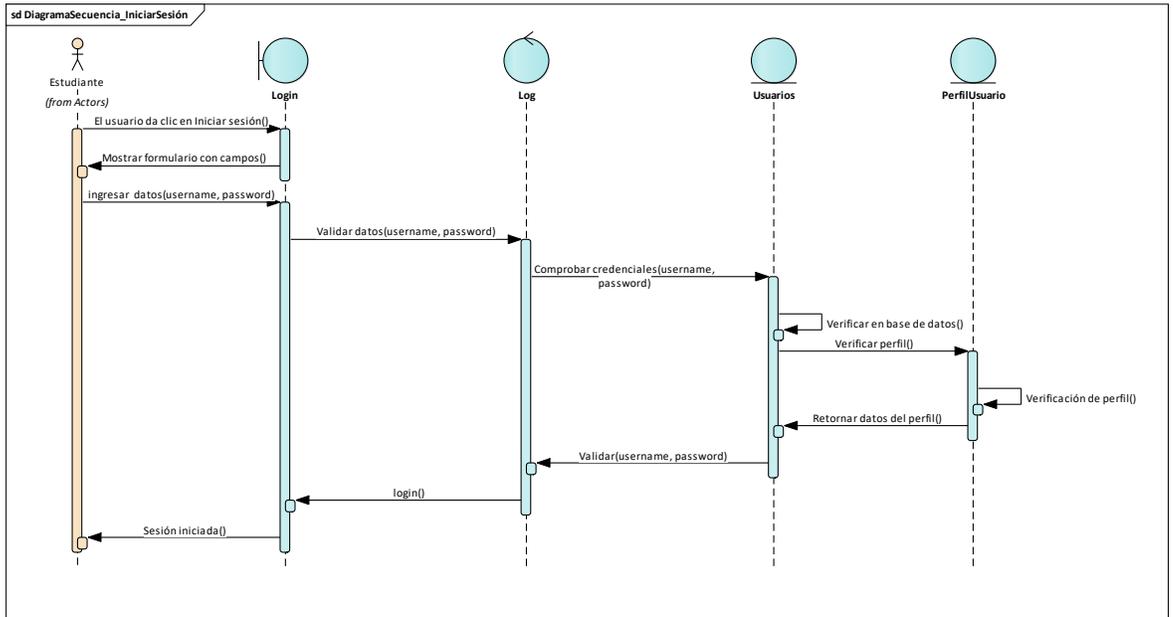


Ilustración 5. Diagrama de secuencia: Iniciar sesión.

Diagrama de clases

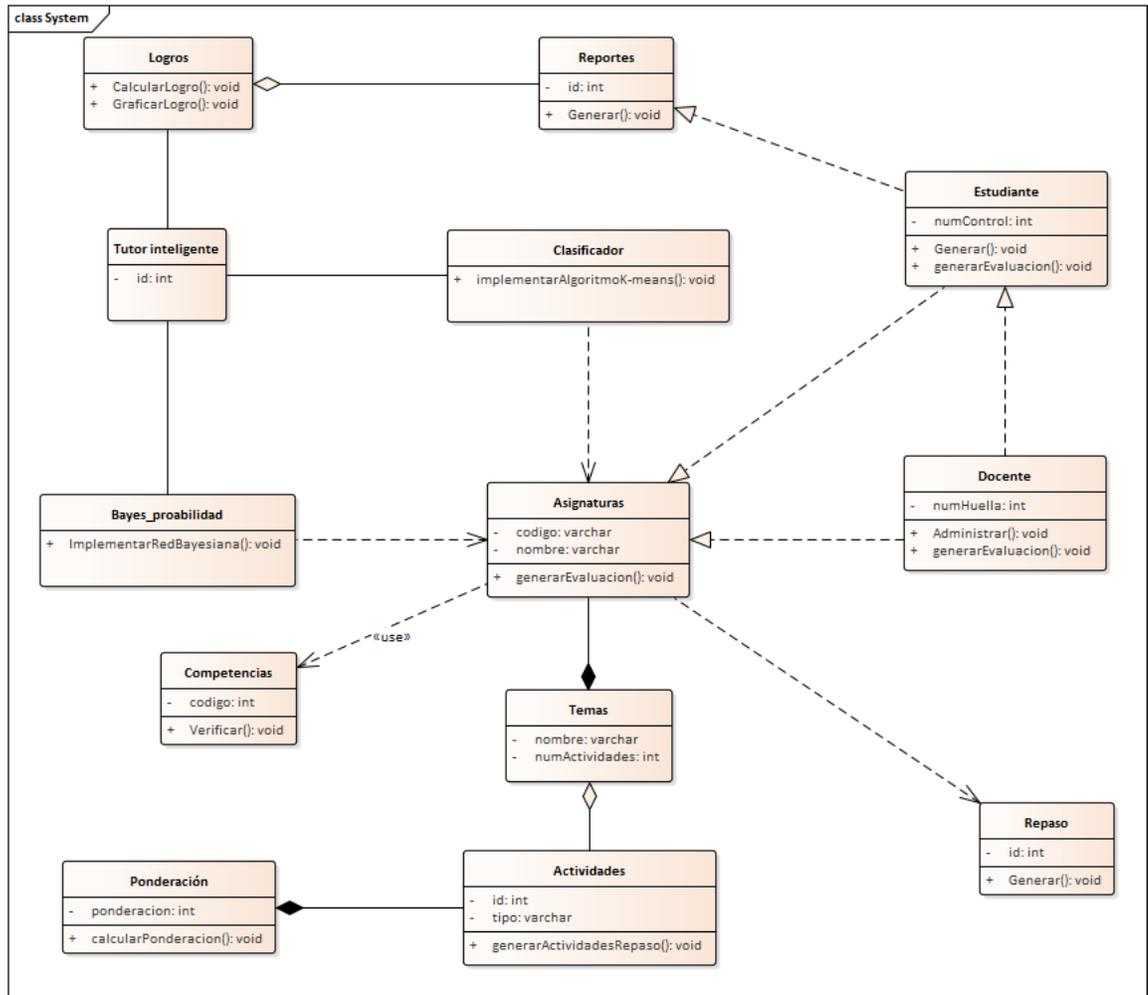


Ilustración 6. Diagrama de clases,

2.2 Descripción de Casos de Uso

2.2.1 Caso de uso: CU001 Iniciar sesión

Nombre	Iniciar sesión	CU001
Versión	1	
Autores	Estudiante, docente y administrador	
Descripción	El sistema dará acceso al usuario una vez que compruebe su identidad en el formulario de inicio de sesión. Los datos para verificar en la base de datos son: usuario y contraseña. Una vez que se validen los datos ingresados, el sistema redireccionará al usuario al panel respectivo de acuerdo con el perfil asignado.	
Precondición	El usuario debe estar registrado en el sistema.	
Flujo Normal	Paso	Acción
	1	El usuario da clic en iniciar sesión.
	2	El sistema devuelve un formulario con los campos respectivos para usuario y contraseña.
	3	El Usuario ingresa su nombre de Usuario y contraseña y da clic en el botón iniciar sesión.
	4	El Sistema valida los datos del Usuario.
	5	El Sistema retorna un mensaje de confirmación de ingreso.

	6	El Sistema autoriza el acceso y muestra un panel específico de acuerdo con el perfil del usuario.
Postcondición	El usuario podrá ingresar al sistema.	
Flujo alterno	Paso	Acción
		No existe flujo alterno
Situaciones excepcionales	1	Fallo de la conexión a la base de datos
	2	Los datos ingresados por el Usuario con erróneos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	1 segundo	
Frecuencia esperada	60 veces / 1 minuto	
Importancia	Vital	
Urgencia	inmediatamente	
Comentarios	Si el Usuario no se encuentra registrado previamente debe ponerse en contacto con el administrador del Sistema Tutor Inteligente o, en su defecto, utilizar la opción: Dar de alta.	

2.2.2 Caso de Uso: CU002 Administrar usuarios

Nombre	Administrar usuarios	CU002
Versión	1	
Autores	Administrador	
Descripción	Permite al Administrador gestionar los usuarios existentes en el sistema y agregar nuevos.	
Precondición	El usuario Administrador debe haber iniciado sesión con anterioridad.	
Flujo Normal	Paso	Acción

	1	El usuario da clic en el elemento del menú principal Administración, luego, selecciona usuarios.
--	---	--

	2	<p>El sistema devuelve los registros de los usuarios de forma tabular con datatables. El Administrador puede disponer de tres opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Deshabilitar pulsando el botón de tipo toggle. b) Modificar los datos del usuario registrado dando clic en el ícono con forma de lápiz. <ul style="list-style-type: none"> b.1. El administrador modificará los datos del usuario seleccionado y pulsará "Aceptar". b.2. Si los datos no son correctos, se validará el formulario y se mostrará un mensaje de error debajo de los campos correspondientes. b.3. Si los nuevos datos introducidos son correctos, se modificarán los campos del usuario elegido para ser modificado. c) Crear un nuevo usuario pulsando el botón "Crear Usuario" <ul style="list-style-type: none"> c.1. El administrador rellenará las credenciales del nuevo usuario y pulsará "Aceptar"
Postcondición	El Administrador tiene privilegios para administrar usuarios en el sistema.	
Flujo alternativo	Paso	Acción
		No existe flujo alternativo
Situaciones excepcionales	1	Fallo de la conexión a la base de datos
	2	Los datos ingresados por el Administrador son erróneos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	2 minutos	

Frecuencia esperada	30 veces / 1 hora
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Comentarios	El Administrador debe encontrarse en el panel de administración general del sistema tutor inteligente.

2.2.3 Caso de Uso: CU003 Administrar cursos

Nombre	Administrar cursos	CU003
Versión	1	
Autores	Administrador	
Descripción	Permite al Administrador gestionar los cursos existentes en el sistema y agregar nuevos cursos.	
Precondición	El usuario Administrador debe haber iniciado sesión con anterioridad.	
Flujo Normal	Paso	Acción
	1	El Administrador da clic en el elemento Cursos del menú principal.

	2	<p>El sistema devuelve los registros de los cursos disponibles de forma tabular con datatables. El Administrador puede disponer de tres opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Deshabilitar un curso pulsando el botón de tipo toggle. b) Modificar los datos del curso registrado dando clic en el ícono con forma de lápiz. <ul style="list-style-type: none"> b.1. El administrador modificará los datos del curso seleccionado además de poder agregar o quitar grupos, vincular asignaturas y otros aspectos relacionados a competencias, después, pulsará "Aceptar". b.2. Si los datos no son correctos, se validará el formulario y se mostrará un mensaje de error debajo de los campos correspondientes. b.3. Si los nuevos datos introducidos son correctos, se modificarán los campos del curso elegido para ser modificado. c) Crear un nuevo curso pulsando el botón "Crear Curso" <ul style="list-style-type: none"> c.1. El administrador rellenará el formulario de creación de nuevo curso y pulsará "Aceptar
Postcondición	El Administrador tiene privilegios para administrar cursos en el sistema.	
Flujo alternativo	Paso	Acción
		No existe flujo alternativo

Situaciones excepcionales	1	Fallo de la conexión a la base de datos
	2	Los datos ingresados por el Administrador son erróneos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	5 minutos	
Frecuencia esperada	12 veces / 1 hora	
Importancia	Vital	
Urgencia	inmediatamente	
Comentarios	El Administrador debe encontrarse en el panel de administración general del sistema tutor inteligente.	

2.2.4 Caso de Uso: CU004 Administrar asignaturas

Nombre	Administrar Asignaturas	CU004
Versión	1	
Autores	Administrador	
Descripción	Permite al Administrador gestionar las asignaturas existentes en el sistema y agregar nuevas asignaturas a los cursos y/o grupos.	
Precondición	El usuario Administrador debe haber iniciado sesión con anterioridad.	
Flujo Normal	Paso	Acción
	1	El Administrador da clic en el elemento Asignaturas del menú principal.

	2	<p>El sistema devuelve los registros de las Asignaturas disponibles de forma tabular con datatables. El Administrador puede disponer de tres opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Eliminar una asignatura pulsando el botón de eliminar. b) Modificar los datos de la asignatura registrada dando clic en el ícono con forma de lápiz. <ul style="list-style-type: none"> b.1. El administrador modificará los datos de la asignatura y la podrá vincular solo si es necesario con las competencias y cursos disponibles. Después, pulsará "Aceptar". b.2. Si los datos no son correctos, se validará el formulario y se mostrará un mensaje de error debajo de los campos correspondientes. b.3. Si los nuevos datos introducidos son correctos, se modificarán los campos de la asignatura elegida para ser modificada. c) Crear un nuevo curso pulsando el botón "Nueva Asignatura" <ul style="list-style-type: none"> c.1. El administrador rellenará el formulario de la nueva asignatura y pulsará "Aceptar"
Postcondición	El Administrador tiene privilegios para administrar asignaturas en el sistema.	
Flujo alterno	Paso	Acción
		No existe flujo alterno
	1	Fallo de la conexión a la base de datos

Situaciones excepcionales	2	Los datos ingresados por el Administrador son erróneos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	5 minutos	
Frecuencia esperada	12 veces / 1 hora	
Importancia	Vital	
Urgencia	inmediatamente	
Comentarios	El Administrador debe encontrarse en el panel de administración general del sistema tutor inteligente.	

2.2.5 Caso de Uso: CU005 Administrar Competencias

Nombre	Administrar Competencias	CU005
Versión	1	
Autores	Administrador	
Descripción	Permite al Administrador gestionar las competencias específicas y genéricas de cada asignatura.	
Precondición	El usuario Administrador debe haber iniciado sesión con anterioridad.	
Flujo Normal	Paso	Acción
	1	El Administrador da clic en el elemento Competencias del menú principal.

	2	<p>El sistema devuelve los registros de las Competencias disponibles de forma tabular con datatables. El Administrador puede disponer de tres opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> d) Eliminar una Competencia pulsando el botón de eliminar. e) Modificar los datos de la Competencia registrada dando clic en el ícono con forma de lápiz. <ul style="list-style-type: none"> b.1. El administrador modificará los datos de la Competencias y la podrá vincular solo si es necesario con las Asignaturas disponibles. Después, pulsará "Aceptar". b.2. Si los datos no son correctos, se validará el formulario y se mostrará un mensaje de error debajo de los campos correspondientes. b.3. Si los nuevos datos introducidos son correctos, se modificarán los campos de la asignatura elegida para ser modificada. f) Crear un nuevo curso pulsando el botón "Nueva Competencia" <ul style="list-style-type: none"> c.1. El administrador rellenará el formulario de la nueva Competencia y pulsará "Aceptar"
Postcondición	El Administrador tiene privilegios para administrar Competencias en el sistema.	
Flujo alterno	Paso	Acción
		No existe flujo alterno

Situaciones excepcionales	1	Fallo de la conexión a la base de datos
	2	Los datos ingresados por el Administrador son erróneos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	5 minutos	
Frecuencia esperada	12 veces / 1 hora	
Importancia	Vital	
Urgencia	inmediatamente	
Comentarios	El Administrador debe encontrarse en el panel de administración general del sistema tutor inteligente.	

2.2.6 Caso de Uso: CU006 Acreditar Actividades

Nombre	Acreditar Actividades	CU006
Versión	1	
Descripción	Cuando un estudiante concluye satisfactoriamente una actividad del curso asignado, el tutor inteligente le notifica acerca del logro y puede visualizar la información en pantalla por medio de gráficas y actividades marcadas como completadas.	
Precondición	El Estudiante debe haber iniciado sesión.	
Flujo Normal	Paso	Acción
	1	El Estudiante da clic en la sección de actividad actual.
	2	El sistema devuelve marcadas la lista de las actividades realizadas y, sin marcar, la lista de actividades por hacer.
	3	El estudiante da clic en la actividad correspondiente a su progreso, se identificará porque se encuentra marcada en color naranja.
	4	El sistema proporciona la interfaz para que el estudiante realice la actividad.

	5	<p>El estudiante realiza las actividades correspondientes:</p> <p>a) Si la actividad se completa correctamente entonces el sistema finalizará y acreditará la actividad del estudiante.</p> <p>b) Si no se completa la actividad, el estudiante debe verificar que todas las instrucciones estén contestadas. El sistema podrá indicar por terminada dicha actividad cuando el estudiante de por finalizadas las instrucciones de la actividad.</p>
Postcondición	El Estudiante puede finalizar la actividad actual, da clic en el botón ENVIAR y el tutor inteligente devuelve el resultado de acreditación de la actividad.	
Flujo alterno	Paso	Acción
		No existe flujo alterno
Situaciones excepcionales	1	El Estudiante no completa todas las instrucciones de la actividad.
	2	Los datos ingresados por el Administrador son erróneos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	5 minutos	
Frecuencia esperada	12 veces / 1 hora	
Importancia	Vital	
Urgencia	inmediatamente	
Comentarios	El Administrador debe encontrarse en el panel de administración general del sistema tutor inteligente.	

2.2.7 Caso de Uso: CU007 Evaluar actividad

Nombre	Evaluar actividad	CU007
Versión	1	
Descripción	Cuando el estudiante finaliza la actividad, el Tutor Inteligente realiza la evaluación en el instante en que se da clic al botón terminar.	
Precondición	El Estudiante debe haber realizado las actividades.	
Flujo Normal	Paso	Acción
	1	El Estudiante da clic en el botón Terminar actividad.
	2	El sistema realiza la evaluación de la actividad cotejando las respuestas con los reactivos. Devuelve al usuario mensajes personalizados como retroalimentación y sugerencias de estudio.
	3	El usuario recibe los mensajes personalizados del tutor inteligente.
	4	El sistema genera un catálogo de contenidos para reforzar las áreas de oportunidad detectadas en el estudiante.
Postcondición	El Estudiante recibe un catálogo de temas para retroalimentar y reforzar aprendizajes.	
Flujo alternativo	Paso	Acción
		No existe flujo alternativo.
	1	No hay conexión al servidor.

Situaciones excepcionales	2	No hay conexión a la base de datos.
Rendimiento	Cota de tiempo	
	10 minutos	
Frecuencia esperada	6 veces / 1 hora	
Importancia	Vital	
Urgencia	Inmediatamente	
Comentarios	El Administrador debe encontrarse en el panel de administración general del sistema tutor inteligente.	

2.3 Fundamentos teóricos

Los Sistemas Tutores Inteligentes juegan un papel importante como apoyo en la implementación de estos métodos de enseñanza, en cuanto al seguimiento y atención personalizada requerida para los estudiantes integrados en un proceso de aprendizaje (Hurtatiz, Pascuas, & Millán Rojas, 2015).

El empleo de los sistemas tutores inteligentes en el ámbito académico representan un apoyo a los diversos métodos de enseñanza y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

En la educación tradicional los estudiantes deben “aprender a aprender” y consideran que “los profesores deben reconocer las diferencias individuales de sus alumnos para personalizar su educación, tratando de que sus preferencias en cuanto a los Estilos de Enseñanza no influyan en los Estilos de Aprendizaje de los Alumnos” («UNED | Información General», s.f.).

La inclusión de los tutores inteligentes en la educación ha posibilitado la construcción de programas que simulan al tutor humano. El autor menciona que “En tales sistemas no es necesario especificar cada interacción con el estudiante, sino sólo los principios generales para la resolución de un problema y las estrategias pedagógicas fundamentales.” (Dinza, 2000).

Eso no quiere decir que los sistemas tutores inteligentes reemplacen al docente, sino que es un tipo especial de Tutor Inteligente que se encarga de formar habilidades, pues no intenta el control total del proceso de enseñanza, ni trata de formar conocimientos nuevos, pero sí supervisa toda la actividad práctica de solución de tareas.

Existe una clasificación de los Sistemas Tutores Inteligentes que se describen en un trabajo final integrador como a continuación se enuncia: ...se encuentran varias clasificaciones según diferentes puntos de vista, como, por ejemplo: (Constanza Raquel Huapaya & Lanzarini, s. f.)

- El nivel de inteligencia global (considerando la inteligencia de sus componentes).
- El algoritmo subyacente que motoriza el comportamiento del STI. Por ejemplo, una categoría importante de esta clasificación son los tutores modelTracing (registra el progreso del estudiante y almacena los caminos que siguió el estudiante para alcanzar la solución).
- Independencia (o no) del dominio. Desde afuera de un STI, puede decirse que este será más inteligente si es independiente del dominio a enseñar (en otras palabras, el modelo de enseñanza podría ser reusado con distintos

dominios). Pero muchos expertos sostienen que el conocimiento pedagógico es fundamentalmente dependiente del dominio. Dicho de otra manera, cada Sistema Tutor Inteligente se enfoca en un área específica y el dominio generado es, por ende, muy ajustado a la temática de las asignaturas.

- El grado de libertad que posee el estudiante: en uno de sus extremos se encuentra el aprendizaje por descubrimiento y en el otro el aprendizaje totalmente guiado.

De dicha clasificación se define el desarrollo Sistema Tutor Inteligente. Se desarrollará un algoritmo de predicción basado en redes bayesianas tal como lo expone (Pytel, Vegega, Deroche, Acosta, & Cattaneo, 2015) en su artículo Modelo Bayesiano para el Diagnóstico del Aprendizaje en Alumnos de Inteligencia Artificial: “En tal sentido, las Redes Bayesianas son un tipo de Sistema Inteligente que permite generar un modelo probabilístico a partir de la combinación de información histórica disponible y la experiencia de los docentes. De esta manera, es posible identificar el estilo de aprendizaje, el cual representa la forma en que los estudiantes adquieren y entienden los temas dictados”.

El autor menciona las aplicaciones de las redes bayesianas en el campo de la Inteligencia Artificial, el ámbito educativo se ve beneficiado gracias a las implementaciones realizadas en el modelamiento de estilos de aprendizaje de estudiantes y la generación de resultados cualitativos y cuantitativos para representar el conocimiento en determinadas asignaturas.

2.4 Componentes del Sistema Tutor Inteligente

El sistema tutor inteligente estará compuesto con los módulos básicos estándar (Escalante, Mariño, Marchisio, & Guglielmone, 2018):

2.4.1 Módulo de dominio de conocimiento

Contiene la información o habilidad en la que el estudiante será instruido. Debe organizar el material de estudio, representado como artículos, notas de clase, videos o cualquier material que pueda ayudar a entender un concepto; también debe organizar los ejemplos prácticos que ilustran los conceptos y los casos de evaluación que para este caso se centran en preguntas de selección múltiple con única y múltiple respuesta y que presentan un enunciado, el cual puede incluir un concepto o un caso práctico y las respuestas, resaltando la correcta.

Es aquí donde el módulo del tutor encuentra la información necesaria para decidir qué ruta sugerir al estudiante y para esto se debe poder establecer qué sabe el estudiante, qué no sabe y qué está listo para aprender, lo cual incluye manejar una gran cantidad de incertidumbre, pues el estudiante podría responder correctamente una pregunta asociada a un concepto por error, adivinar, o puede responder mal, aunque si maneja el concepto, incluso puede creer que entiende y de hecho, no hacerlo.

2.4.2 Módulo del estudiante

El modelo del estudiante trata la caracterización del estudiante (datos personales y perfil del estudiante), conocimiento (almacenamiento de los temas ya conocidos, objetivos instruccionales adquiridos, equivocaciones cometidas y material didáctico usado) y comportamiento (información de la última sesión) (C. R. Huapaya, Arona, & Lizarralde, 2005).

Se encarga de establecer el nivel de conocimiento del estudiante y monitorear su progreso. Es importante que haga seguimiento de su estilo de aprendizaje y de sus preferencias pedagógicas.

Se articula con el Modelo del Dominio del Conocimiento, pues lo asiste al permitir tener en cuenta características del estudiante y no solo del conocimiento, como la probabilidad de que realmente haya aprendido el concepto.

Otros factores, como su estado afectivo o el nivel de complejidad en los problemas que está listo a afrontar, no se tienen en cuenta pues se ha demostrado que incluir más variables hace el modelo demasiado complicado y tiene un impacto muy bajo al aumentar la precisión.

2.4.3 Módulo de tutor

Recibe información del módulo del estudiante y del módulo del dominio para establecer una estrategia de tutoría. Este módulo es el que regula la interacción del estudiante con el conocimiento. También es el encargado de decidir los métodos de evaluación y retroalimentar al módulo del estudiante.

La primera parte de este módulo selecciona el conocimiento que el estudiante está listo para aprender, lo que se logra poniendo los conceptos en tres categorías, conocido, listo para conocer y no listo para conocer. Un concepto se asume conocido si acumula una probabilidad de 1, si tiene una por debajo de uno y todos los conceptos padres son conocidos se marca lista para aprender, por último, si por lo menos un concepto padre no es conocido, se deja no listo para aprender.

La articulación del Sistema Tutor Inteligente con competencias supone un reto debido a que se debe cambiar de paradigma al momento de enseñar y aprender.

El Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER) de México, define competencia laboral como capacidad productiva de un individuo que se define y mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; estas son necesarias pero no suficientes por si mismas para un desempeño efectivo («Competencias, calidad y educación superior—Sergio Tobón—Google Libros», s. f.).

En Latinoamérica, la formación basada en competencias se inicia en México, a partir del diagnóstico efectuado a la capacitación, aunado con la clara visión de los cambios que se registraban en el entorno a nivel de las relaciones económicas y en el mercado de trabajo, surge en 1993 el Proyecto de Modernización de la Educación Técnica y la Capacitación (PMETyC), que la Secretaría de Educación Pública y del Trabajo y Previsión Social iniciaron de manera conjunta, con el propósito de establecer las bases que permitieran reorganizar las distintas formas de capacitación de la fuerza laboral, elevar los programas de formación y promover una mejor vinculación entre la oferta educativa y las necesidades de calificación de la población trabajadora y las empresas. Para la ejecución del proyecto, el Gobierno de México creó en 1995, el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER) (Trujillo-Segoviano, 2014).

El desarrollo por competencias en las universidades son una alternativa a la formación conceptual, centrado y reducido a unos aprendizajes de unos conocimientos, por encima de las habilidades para el desarrollo de la profesión. En 2004 se reveló en México la deficiente preparación de los trabajadores por parte de la formación y la educación profesional, aplicación de programas de estudios con falta de flexibilidad y relevancia para el cambiante mercado laboral, desigual calidad de los programas de formación sin objetivos medibles para evaluar la calidad de sus productos, deficiente marco institucional para la participación del sector privado en el diseño y provisión de la formación (Trujillo-Segoviano, 2014).

Para los egresados de Ingeniería Informática se persiguen competencias definidas en el currículo básico sobre programación para garantizar que todos los estudiantes:

- Puedan comprender y aplicar los principios y conceptos fundamentales de la ciencia de la computación, incluyendo la abstracción, la lógica, los algoritmos y la representación de los datos.
- Puedan analizar los problemas bajo un enfoque computacional, tengan experiencia práctica en programación para resolver este tipo de problemas.
- Puedan evaluar y aplicar las tecnologías de la información, incluidas tecnologías emergentes (nuevas o desconocidas), analíticamente para resolver problemas.
- Sean usuarios responsables, competentes, seguros y creativos de las tecnologías de la información y la comunicación (Valverde-Berrocoso, Fernández-Sánchez, & Garrido-Arroyo, 2015).

Las competencias mencionadas son ideales pero la realidad es diferente dentro de cada instituto ya que menos el 50% de los estudiantes cumple con 3 de las cuatro competencias requeridas. Para minimizar el fenómeno se está implementando la asignación de un tutor por grupo que cumple la función de acompañamiento pedagógico y moral para los estudiantes a su cargo.

En el aprendizaje acompañado del estudiante sugiere a la tutoría como apoyo al estudiante de licenciatura "...con la finalidad de resolver problemas que tienen relación con la deserción, con el abandono de los estudios, el rezago y con la baja

eficiencia terminal...". La tutoría en licenciatura se establece como un proyecto público a partir del año 2000 (Vázquez, 2014).

De acuerdo con Romo (2010), la tutoría no es algo nuevo en nuestra cultura; siempre ha existido la persona que guía, acompaña e inicia a los jóvenes en el mundo de los adultos; tampoco es nueva la existencia del tutor en la educación, ya que siempre ha existido el profesor que, además de impartir las clases, se preocupa por los alumnos y por su desarrollo como personas. En el año 2000 la ANUIES definió la tutoría como:

...un proceso de acompañamiento durante la formación de los estudiantes, que se concreta mediante la atención personalizada a un alumno o a un grupo reducido de alumnos, por parte de académicos competentes y formados para esta función, apoyándose conceptualmente en las teorías del aprendizaje más que en las de la enseñanza (Romo, 2010: 51).

Dados los buenos resultados de las tutorías implementadas con estudiantes de grupos completos y seccionados en las universidades se propone un mecanismo de Inteligencia Artificial para la representación de las acciones propias de un tutor humano. El mecanismo está conformado por algoritmos de Teaching-Learning, Machine Learning y Assisted Instruction.

Las actividades llevadas a cabo dentro del Sistema Tutor Inteligente deben efectuarse usando una computadora, sin embargo, podrá utilizarse en dispositivos de menor tamaño tales como tablets y smartphones.

Como se menciona en (Espinosa & Valdivia, 2008) “El uso de la computadora en sus diversas modalidades ofrece, sobre otros métodos de enseñanza, ventajas tales como:”

- Participación del alumno en la construcción de su propio aprendizaje.
- Interacción entre el alumno y la máquina.
- La posibilidad de dar una atención individualizada al estudiante.
- Permite el desarrollo cognitivo del estudiante.
- Control del tiempo y secuencia del aprendizaje por el alumno.

Asimismo, se plantea el uso de la Inteligencia Artificial para que los Sistemas Tutores Inteligentes:

- Se adapten mejor a las características de los estudiantes teniendo en cuenta el historial de actuaciones del alumno y no a una respuesta aislada.
- Generen problemas, soluciones y diagnósticos cómo y cuándo se necesite durante una sesión de aprendizaje (Espinosa & Valdivia, 2008).

El Sistema Tutor Inteligente constituye un recurso valioso en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que ambas partes del proceso pueden verse beneficiadas: el docente al interactuar con el sistema en nuevas formas de resolver

problemas y los estudiantes con la aplicación didáctica que se menciona a continuación:

- Resolver problemas complicados de manera que su forma de operar sirva de guía para el alumno.
- Organizar el saber disponible sobre la materia, posibilitando su aplicación directa a la solución del problema.
- Preservar el conocimiento para su utilización futura.
- Establecer una comunicación eficiente con el estudiante.
- Captar y presentar en diferentes formas las respuestas que recibe o proporciona.
- Reconocer una extensa gama de errores de razonamiento.
- Proveer conjuntos de problemas distintos y graduar su dificultad relativa (Sowa, s. f.)

El análisis de la literatura amplía el panorama general de la aplicación de un Sistema Tutor Inteligente en el ámbito académico como medida para la reducción de los índices de reprobación de los primeros cuatro semestres de la carrera de Ingeniería en Informática del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

2.5 Elección de la metodología ágil de desarrollo para el Sistema Tutor Inteligente

La metodología de desarrollo elegida para el proyecto es OOHDM debido a la agilidad de desarrollo en equipos pequeños de trabajo además de considerar al desarrollo de una aplicación hypermedia como un proceso compuesto por cuatro actividades: la definición del esquema conceptual del dominio de la aplicación, el diseño del esquema navegacional, la especificación de la interfaz del usuario y la implementación. (Terrazas, Rossi, Lyardet, & Segor, s. f., p. 1).

2.5.1 Metodología de desarrollo de aplicaciones

El modelo OOHDM u Object Oriented Hypermedia Design Methodology, para diseño de aplicaciones hipermedia y para la Web, fue diseñado por D. Schwabe, G. Rossi, and S. D. J. Barbosa y es una extensión de HDM con orientación a objetos, que se está convirtiendo en una de las metodologías más utilizadas. Ha sido usada para diseñar diferentes tipos de aplicaciones hipermedia como galerías interactivas, presentaciones multimedia y, sobre todo, numerosos sitios web («Modelo OOHDM», s. f.).

OOHDM propone el desarrollo de aplicaciones hipermedia mediante un proceso de 5 etapas (Sánchez & Ortega Santamaría, 2001):

Etapa 1: Análisis de requisitos del documento o material didáctico:

En esta etapa se identifican las expectativas y se definen las tareas que, en su proceso de aprendizaje, realizarán los usuarios, con el documento de hipermedia.

Etapa 2: Elaboración del modelo conceptual: Consiste en la construcción de una representación gráfica de los conceptos, y de sus enlaces semánticos, presentes en el texto o artículo que el docente quiere transformar en un documento de hipermedia. Los pasos para esta elaboración son:

- Identificar, en el documento o material de estudio, los conceptos claves y sus enlaces semánticos.
- Elaborar el mapa conceptual con los conceptos y enlaces identificados en el paso anterior.
- Realizar el primer nivel de encapsulamiento. El mapa conceptual elaborado se revisa, para agrupar los conceptos que resulten idénticos, con el fin de evitar redundancias.
- Realizar el segundo nivel de encapsulamiento. De nuevo se revisa el mapa conceptual modificado, para agrupar los conceptos relacionados, con el propósito de obtener los macroconceptos que constituirán los nodos del diagrama de navegación.

Etapa 3: Elaboración del diseño navegable: A partir del modelo conceptual, se define en esta etapa la estructura de navegación del documento de hipermedia. Mediante el modelado de la estructura de navegación, se establecen todas las

posibles trayectorias de navegación, entre los nodos que conforman la estructura de información del documento.

La decisión sobre cuáles trayectorias de navegación será permitida, dependerá del perfil definido para los usuarios del documento, y de los objetivos de aprendizaje establecidos.

Los pasos para realizar esta etapa son:

- Seleccionar, del mapa conceptual, los conceptos que conformarán los nodos que serán visitados por el usuario, durante la navegación.
- Establecer las trayectorias de navegación directa, entre los nodos del diagrama. En este caso, la semántica de la asociación, representada por cada trayectoria, difiere de la semántica de los enlaces del mapa conceptual, en la necesidad de establecer la dirección de cada trayectoria. Es posible incluir trayectorias bidireccionales.
- Incluir las estructuras de menú requeridas para completar el esquema de navegación permitido al usuario.

Etapa 4: Diseño de los modelos de presentación: En esta etapa se diseña de manera abstracta la estructura de cada una de las interfaces que conformarán el documento de hipermedia. Por cada nodo existente en el diseño de la estructura de navegación, se construye una interfaz de presentación de sus elementos constitutivos, como son: el texto, las imágenes, los enlaces con otros conceptos y

las trayectorias de navegación. En la construcción de estos modelos de presentación, el énfasis está en la organización estructural de los elementos, en el espacio de la interfaz y no en la apariencia física, en término de formatos, colores, etc. Los pasos propuestos para la realización de la etapa son:

1. Elaborar una especificación detallada de cada nodo del diseño de la estructura de navegación. Para realizar esta especificación, se deben describir los siguientes elementos:
 - Texto de presentación del concepto o conceptos incluidos en el nodo, que será presentado al usuario, a través de la interfaz.
 - Imágenes, videos, sonidos, que soportan la comprensión y el aprendizaje de los conceptos asociados al nodo.
 - Ejemplos, a manera de ilustración de los conceptos.
 - Otros conceptos relacionados, y sus posibles enlaces, no incluidos en el nodo.
2. Diseñar cada modelo de presentación, mediante la distribución, en el espacio de la interfaz de los elementos definidos para el nodo.
3. Incluir, en cada modelo de presentación todas las opciones de navegación definidas para el nodo, en el diseño de la estructura de navegación.

Etapa 5: Implementación del documento de hipermedia: En esta última etapa, se realiza el diseño físico de cada modelo de presentación y, finalmente, se construye el documento de hipermedia mediante alguna herramienta de autoría. Es en esta fase donde se diseña, con el acompañamiento de un diseñador gráfico, la apariencia física de cada interfaz.

2.6 Prototipo

A continuación, se muestran las pantallas del modelado conceptual del Sistema Tutor Inteligente.

Al tratarse de un modelo conceptual es posible que surjan cambios en el desarrollo para hacer más intuitivo el uso.

La maquetación se realizó utilizando la versión gratuita de Adobe XD cuya principal funcionalidad es crear prototipos de aplicaciones web y móviles.

2.6.1 Wireframes desde la vista del estudiante



A wireframe of a login form. At the top center is a large empty circle representing a profile picture. Below it are two rectangular input fields. The first field contains the text 'Numero de control'. The second field contains a series of asterisks '*****', representing a password. Below the input fields is a green rectangular button with the text 'Iniciar sesión' in white.

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán 2019

Ilustración 7. Inicio de sesión. Fuente propia.

En esta pantalla se aprecia el inicio de sesión para el Sistema Tutor Inteligente. El usuario ingresa con un nombre usuario y contraseña a través de un formulario típico de inicio de sesión, internamente se hace la validación de los datos ingresados y se dirige al usuario a su panel o vista correspondiente. En caso de olvidar la contraseña se cuenta con un mecanismo común de recuperación y reinicio de contraseña con verificación a través de correo electrónico.



Ilustración 8. Dashboard del Estudiante.

En la Ilustración 8 se muestra el panel del estudiante donde encontrará un resumen de su progreso en cada una de las asignaturas cursadas según el semestre en el que se encuentre.

La gráfica en la parte superior mostrará su avance tomando en consideración las calificaciones parciales anteriores y las nuevas.

De esta manera se podrá observar el avance positivo o negativo según desde la perspectiva del estudiante además de contar con un concentrado de las recomendaciones y/o información relevante para él en forma de lista y que podrá administrar para superar cada sección.

En el calendario se podrá observar la programación de los temas según se vayan realizando y las actividades pendientes por realizar.

Cabe mencionar que se implementarán módulos de Django para crear las funcionalidades requeridas y otorgar al estudiante una mejor experiencia de usuario dentro del Sistema Tutor Inteligente.

STIttec

Bienvenido

Actividades

Estado actual

Actividades pendientes

Actividades concluidas

Asignaturas

Reportes

Administración

Actividad # Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

- ✓ Lorem ipsum dolor sit amet
- ✓ Lorem ipsum dolor sit amet
- ✓ Lorem ipsum dolor sit amet
- ▶ **Lorem ipsum dolor sit**

Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán 2019

Ilustración 9. Verificación del estado de las competencias por asignatura. Fuente propia.

En la Ilustración 9 se aprecia un resumen de las competencias logradas por el estudiante en el desarrollo de las actividades realizadas dentro del Sistema Tutor Inteligente.

Así mismo se plantea estructurar una base de datos que almacene las competencias logradas y pendientes en cada uno de los temas abordados del plan de estudios de la asignatura correspondiente.

STItec
Bienvenido ●

Actividades

Estado actual

Asignaturas

Reportes

Administración

Actividad # Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

- ✓ Lorem ipsum dolor sit amet
- ✓ Lorem ipsum dolor sit amet
- ✓ Lorem ipsum dolor sit amet
- ▶ **Lorem ipsum dolor sit**
- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet

🕒

!

🕒

!

🕒

🕒

Noviembre 2019

L	M	M	J	V	S	D
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	1

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán 2019

Ilustración 10. Resumen de información y avance del estudiante. Fuente propia.

En la figura 10 el estudiante podrá ver un resumen más amplio de los avances en cuestión de asignaturas cursadas. Así como una serie de elementos ordenados por tarjetas que muestran las acciones pendientes y las ya realizadas. La actividad actual aprobada debe cumplir con la mayoría de indicadores de la competencia y si no se logra entonces no se aprueba.

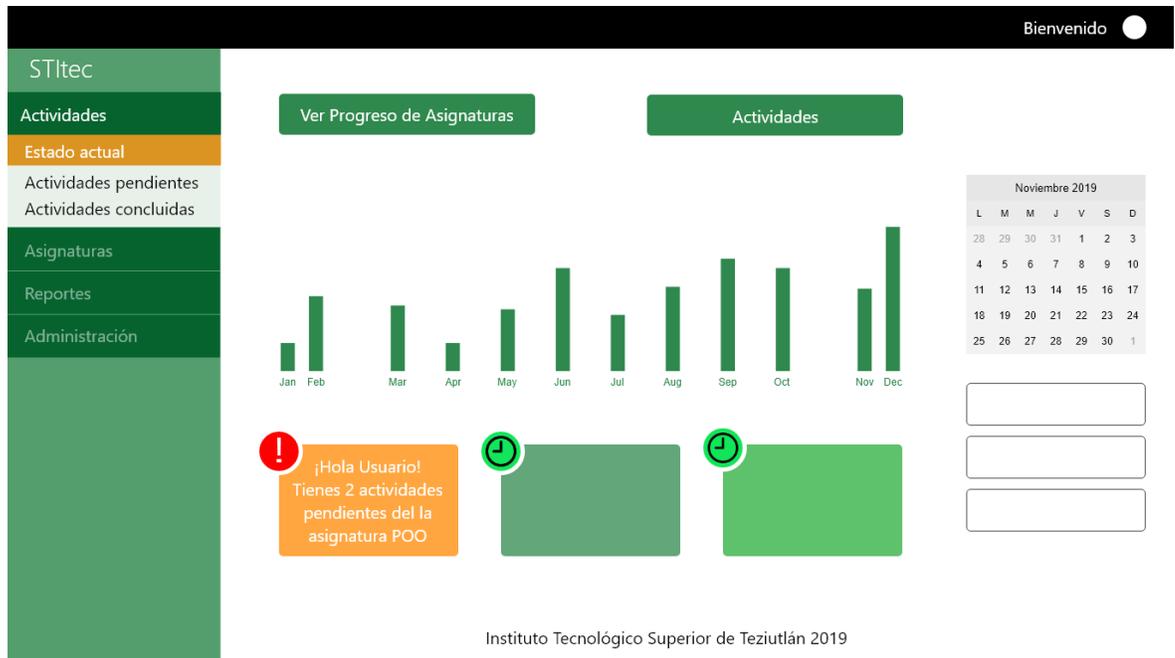


Ilustración 11. Progreso general del Estudiante.

En la ilustración 11 el estudiante puede ver su avance de manera general con algunos indicadores en la parte inferior y lateral que sirven como avisos en todo momento de uso del Sistema Tutor Inteligente. En la parte superior se ven dos botones para ver el progreso de las asignaturas y de las actividades.

2.7 Metodología de investigación

Se está utilizando metodología de investigación de campo debido a que se ha conversado con estudiantes de los primeros semestres de Ingeniería Informática acerca de las complicaciones presentadas en las asignaturas de programación.

Los estudiantes expresan como principal preocupación la falta de entendimiento de contenidos explicados por el docente en clases presenciales. Otros factores descritos son: falta de equipo de cómputo, características no adecuadas del equipo de cómputo para realizar tareas de programación, inasistencias del alumno a clase, falta de seguimiento a estudiantes con rezago educativo.

Los detalles mencionados son parte del día a día de las clases y se presenta en asignaturas donde requiere de mayor grado de concentración como matemáticas y lógica de programación.

Se ha aplicado investigación longitudinal con los estudiantes que han cursado ya tres semestres en Ingeniería Informática por medio de la revisión de reportes de tutoría y análisis realizados por docentes que imparten asignaturas en dichos semestres.

Los reportes de tutoría son obtenidos del departamento de Desarrollo Académico del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán en periodos mensuales. Dichos reportes contemplan a grupos de estudiantes con su respectivo tutor.

La labor del tutor es acompañar al estudiante en el proceso de formación académica y canalizar a estudiantes con situaciones desfavorables cuyo impacto recae en el aprovechamiento académico.

El tutor facilita la integración del estudiante en su grupo, clase y dinámica escolar además de detectar las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje para diseñar estrategias educativas adecuadas.

La investigación documental toma lugar cuando se estudian nuevas tecnologías de desarrollo y nuevos conceptos en el campo de la programación tales como las redes bayesianas, matrices de confusión y nuevos algoritmos de tratamiento de datos y predicción.

También se ha aplicado este tipo de documentación con los estudiantes de los primeros semestres de Ingeniería Informática, evidencia de ello son los reportes de calificaciones, actividades, pruebas y exámenes que se han aplicado.

Los estudiantes pueden verificar las calificaciones obtenidas por actividad, unidad y asignatura dentro de la Plataforma de Apoyo Educativo basada en Moodle y al finalizar el periodo escolar tienen a disposición un concentrado de calificaciones parciales.

No existe retroalimentación desde la propia plataforma hasta que se hace de manera personal con el docente respectivo. Esta situación ocasiona incertidumbre en los estudiantes y, a veces, cierto grado de confusión.

La retroalimentación en el periodo de evaluación ayuda a expresar opiniones, juicios fundados sobre el proceso de aprendizaje, con los aciertos y errores, fortalezas y debilidades de los estudiantes.

Dicha información es recibida por el alumno de tal manera que representa un panorama general y/o particular de su situación académica.

Una de las más grandes ventajas de la retroalimentación consiste en promover una comunicación positiva entre profesores y estudiantes lo cual desencadena en acciones positivas en el entender del estudiante tales como: favorecer la autoevaluación al recibir una crítica constructiva, reforzar las acciones y prácticas correctas de estudio.

2.8 Elección de la herramienta de recolección de datos

Se revisarán los reportes de los tutores que tienen a cargo estudiantes de los primeros tres semestres de Ingeniería Informática con bajo aprovechamiento académico.

Se aplicará encuestas a cada estudiante de los grupos respectivos con la finalidad de identificar los factores dominantes en su bajo aprovechamiento académico, el estilo de aprendizaje del alumno, organización de estudio y técnicas de estudio. Dichas encuestas se encuentran más adelante.

Entre las ventajas de utilizar encuestas como herramienta de investigación se puede mencionar la obtención de información en poco tiempo directamente de las personas encuestadas, la recolección, procesamiento y análisis de la información es fácil de realizar con software estadístico.

El uso de las encuestas se debe a que permite obtener información real directamente de la población objetivo. Dicha población tiene individuos con características muy similares, en este caso la población objetivo son los estudiantes de Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

2.8.1 Ejemplo de las encuestas:

Instrucciones: La encuesta está formada por tres breves cuestionarios, en los cuales puedes indicar los problemas referentes a organización, técnicas y motivación en el estudio, que quizá perjudican tu rendimiento académico. Si contestas todas las preguntas con sinceridad y reflexión podrás identificar mucho de tus actuales defectos al estudiar.

Cada cuestionario contiene veinte preguntas, a las que se contestará con sí o no, trazando una X al finalizar cada pregunta, según corresponda tu respuesta a sí o no.

No hay respuestas "correctas" o "incorrectas", ya que la contestación adecuada es tu juicio sincero sobre tu modo de actuar y tus actitudes personales, respecto al estudio. Responde tan rápido como puedas, pero sin caer en el descuido, y no dediques demasiado tiempo a una sola pregunta. No omitas ninguna de ellas.

2.8.2 Encuesta para organización del estudio.

Pregunta	SI	NO
A.- ¿Sueles dejar para el último la preparación de tus trabajos?		
B.- ¿Crees que el sueño o el cansancio te impidan estudiar eficazmente en muchas ocasiones?		
C.- ¿Es frecuente que no termines tu tarea a tiempo?		
D.- ¿Tiendes a emplear tiempo en leer revistas, ver televisión o charlar cuando debieras dedicarlos a estudiar?		
E.- Tus actividades sociales o deportivas. ¿te llevan a descuidar, a menudo, tus tareas escolares?		
F.- ¿Sueles dejar pasar un día o más antes de repasarlos apuntes tomados en clase?		
G.- ¿Sueles dedicar tu tiempo libre entre las 4:00 de la tarde y las 9:00 de la noche a otras actividades que no sean estudiar?		
H.- ¿Descubres algunas veces de pronto, que debes entregar una tarea antes de lo que creías?		
I.- ¿Te retrasas, con frecuencia, en una materia debido a que tienes que estudiar otra?		
J.- ¿Te parece que tu rendimiento es muy bajo, en relación con el tiempo que dedicas al estudio?		
K.- ¿Está situado tu escritorio directamente frente a una ventana, puerta u otra fuente de distracción?		

L.- ¿Sueles tener fotografías, trofeos o recuerdos sobre tu mesa de escritorio?		
M.- ¿Sueles estudiar recostado en la cama o arrellanado en un asiento cómodo?		
N.- ¿Produce resplandor la lámpara que utilizas al estudiar?		
O.- Tu mesa de estudio ¿está tan desordenada y llena de objetos, que no dispones de sitio suficiente para estudiar con eficacia?		
P.- ¿Sueles interrumpir tu estudio, por personas que vienen a visitarte?		
Q.- ¿Estudias, con frecuencia, mientras tienes puesta la televisión y/o la radio?		
R.- En el lugar donde estudias, ¿se pueden ver con facilidad revistas, fotos de jóvenes o materiales pertenecientes a tu afición?		
S.- ¿Con frecuencia, interrumpen tu estudio, actividades o ruidos que provienen del exterior?		
T.- ¿Suele hacerse lento tu estudio debido a que no tienes a la mano los libros y los materiales necesarios?		

Tabla 1. Encuesta para la organización del estudio.

CALIFICACIÓN:____

2.8.3 Encuesta sobre técnicas de estudio.

Pregunta	SI	NO
A.- ¿Tienes a comenzar la lectura de un libro de texto sin hojear previamente los subtítulos y las ilustraciones?		
B.- ¿Te saltas por lo general las figuras, gráficas y tablas cuando estudias un tema?		
C.- ¿Suele serte difícil seleccionar los puntos de los temas de estudio?		
D.- ¿Te sorprendes con cierta frecuencia, pensando en algo que no tiene nada que ver con lo que estudias?		
E.- ¿Sueles tener dificultad en entender tus apuntes de clase cuando tratas de repasarlos, después de cierto tiempo?		
F.- Al tomar notas, ¿te sueles quedar atrás con frecuencia debido a que no puedes escribir con suficiente rapidez?		
G.- Poco después de comenzar un curso, ¿sueles encontrarte con tus apuntes formando un "revoltijo"?		
H.- ¿Tomas normalmente tus apuntes tratando de escribir las palabras exactas del profesor?		
I.- Cuando tomas notas de un libro, ¿tienes la costumbre de copiar el material necesario, palabra por Palabra?		
J.- ¿Te es difícil preparar un temario apropiado para un examen?		
K.- ¿Tienes problemas para organizar los datos o el contenido de un examen?		
L.- ¿Al repasar el temario de un examen formulas un resumen de este?		
M.- ¿Te preparas a veces para un examen memorizando fórmulas, definiciones o reglas que no entiendes con claridad?		
N.- ¿Te resulta difícil decidir qué estudiar y cómo estudiarlo cuando preparas un examen?		

O.- ¿Sueles tener dificultades para organizar, en un orden lógico, las materias que debes estudiar por temas?		
P.- Al preparar examen, ¿sueles estudiar toda la asignatura, en el último momento?		
Q.- ¿Sueles entregar tus exámenes sin revisarlos detenidamente, para ver si tienen algún error cometido por descuido?		
R.- ¿Te es posible con frecuencia terminar un examen de exposición de un tema en el tiempo prescrito?		
S.- ¿Sueles perder puntos en exámenes con preguntas de “¿Verdadero - falso”, debido a que no lees detenidamente?		
T.- ¿Empleas normalmente mucho tiempo en contestar la primera mitad de la prueba y tienes que apresurarte en la segunda?		

Tabla 2. Encuesta sobre técnicas de estudio.

CALIFICACIÓN _____

2.8.4 Encuesta sobre motivación para el estudio

Pregunta	Sí	No
A.- Después de los primeros días o semanas del curso, ¿tiendes a perder interés por el estudio?		
B.- ¿Crees que en general, basta estudiar lo necesario para obtener un “aprobado” en las asignaturas?		
C.- ¿Te sientes frecuentemente confuso o indeciso sobre cuáles deben ser tus metas formativas y profesionales?		
D.- ¿Sueles pensar que no vale la pena el tiempo y el esfuerzo que son necesarios para lograr una educación universitaria?		
E.- ¿Crees que es más importante divertirse y disfrutar de la vida, que estudiar?		
F.- ¿Sueles pasar el tiempo de clase en divagaciones o soñando despierto en lugar de atender al profesor?		
G.- ¿Te sientes habitualmente incapaz de concentrarte en tus estudios debido a que estas inquieto, aburrido o de mal humor?		
H.- ¿Piensas con frecuencia que las materias que estudias tienen poco valor practico para ti?		
I.- ¿Sientes, frecuentes deseos de abandonar la escuela y conseguir un trabajo?		
J.- ¿Sueles tener la sensación de lo que se enseña en los centros docentes no te prepara para afrontar los problemas de la vida adulta?		
K.- ¿Sueles dedicarte de modo casual, según el estado de ánimo en que te encuentres?		
L.- ¿Te horroriza estudiar libros de textos porque son insípidos y aburridos?		
M.- ¿Esperas normalmente a que te fijen la fecha de un examen para comenzar a estudiar los textos o repasar tus apuntes de clases?		

N - ¿Sueles pensar que los exámenes son pruebas penosas de las que no se puede escapar y respecto a las cuales lo que debe hacerse es sobrevivir, del modo que sea?		
O.- ¿Sientes con frecuencia que tus profesores no comprenden las necesidades de los estudiantes?		
P.- ¿Tienes normalmente la sensación de que tus profesores exigen demasiadas horas de estudio fuera de clase?		
Q.- ¿Dudas por lo general, en pedir ayuda a tus profesores en tareas que te son difíciles?		
R.- ¿Sueles pensar que tus profesores no tienen contacto con los temas y sucesos de actualidad?		
S.- ¿Te sientes reacio, por lo general, a hablar con tus profesores de tus proyectos futuros, de estudio o profesionales?		
T.- ¿Criticas con frecuencia a tus profesores cuando charlas con tus compañeros?		

Tabla 3. Encuesta sobre motivación para el estudio.

CALIFICACIÓN: _____

2.8.5 Tabla de comparación para estudiantes universitarios de primer año

Calificación en organización del estudio (I)	Calificación de técnicas de estudio (II)	Calificación en motivación para el estudio (III)	Calificación total en habilidades (IV)	Interpretación (V)
(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
20	20	20	57-60	Muy alto
19	18-19	19	52-56	Alto
18	17	18	50-51	Por encima del promedio
16-17	16	17	48-49	Promedio alto
14-13	14-15	16	43-47	Promedio
12-13	13	15	39-42	Promedio bajo
11	12	13-14	37-38	Por debajo del promedio
10	11	12	34-36	Bajo
0-9	0-10	0-11	0-33	Muy bajo

Tabla 4. Tabla de comparación para estudiantes universitarios de primer año.

CAPÍTULO III
IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

3.1 Análisis de datos

A continuación, se muestran los datos recabados y las interpretaciones por medio del análisis de estadística descriptiva elegida debido al uso de valores nominales en las encuestas realizadas. La postura tomada es neutral en el tratamiento de los datos centrándose ampliamente en los sucesos computados además de representar un método preciso para la recolección de información.

Se realizó la recopilación de datos de 80 estudiantes de Ingeniería Informática a través de las encuestas: Encuesta para organización del estudio, Encuesta sobre técnicas de estudio y Encuesta sobre motivación para el estudio.

Esas tres herramientas proporcionaron información relevante acerca del actuar de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje cotidiano. En las gráficas e interpretación de datos estadísticos se puede observar más a detalle cada una de las áreas evaluadas.

Para el análisis estadístico descriptivo se utilizó IBM SPSS Estatistics en la versión 25 bajo la licencia de IBM Corp. Entre las bondades ofrecidas del software se puede destacar como especial para realizar cálculos y análisis estadísticos, generación de gráficos, correlaciones, regresiones lineales, clusters, entre otros. Facilita la recolección y organización de datos además de conocer si se cumple con la hipótesis de la tesis y facilitar la toma de decisiones.

3.2 Selección de pruebas estadísticas

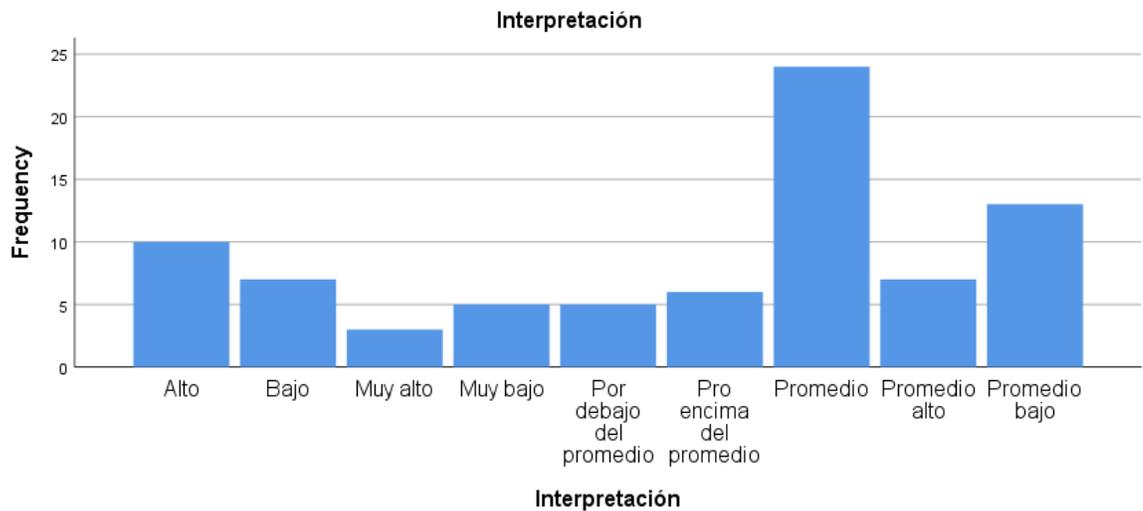


Ilustración 12. Interpretación de resultados de las tres encuestas acerca del contexto de estudio del estudiante.

Esta gráfica sirve de interpretación del contexto de aprendizaje del estudiante. Se aplicaron las tres encuestas e indica un nivel promedio como punto más alto de satisfacción del estudiante en todo proceso cognitivo por lo que se puede deducir que la implementación de un Sistema Tutor Inteligente será bien recibido por la mayoría de los estudiantes.

Sin embargo, existen datos contrastantes del mismo nivel, por ejemplo: un resultado “muy bajo” y “por debajo del promedio” coincidiendo en grado de satisfacción, representan a estudiantes con áreas de oportunidad en aspectos de formación académica.

No obstante, si se observa la gráfica, de 100% de estudiantes encuestados un 37.5% (30 estudiantes) de ellos presenta niveles por debajo del promedio.

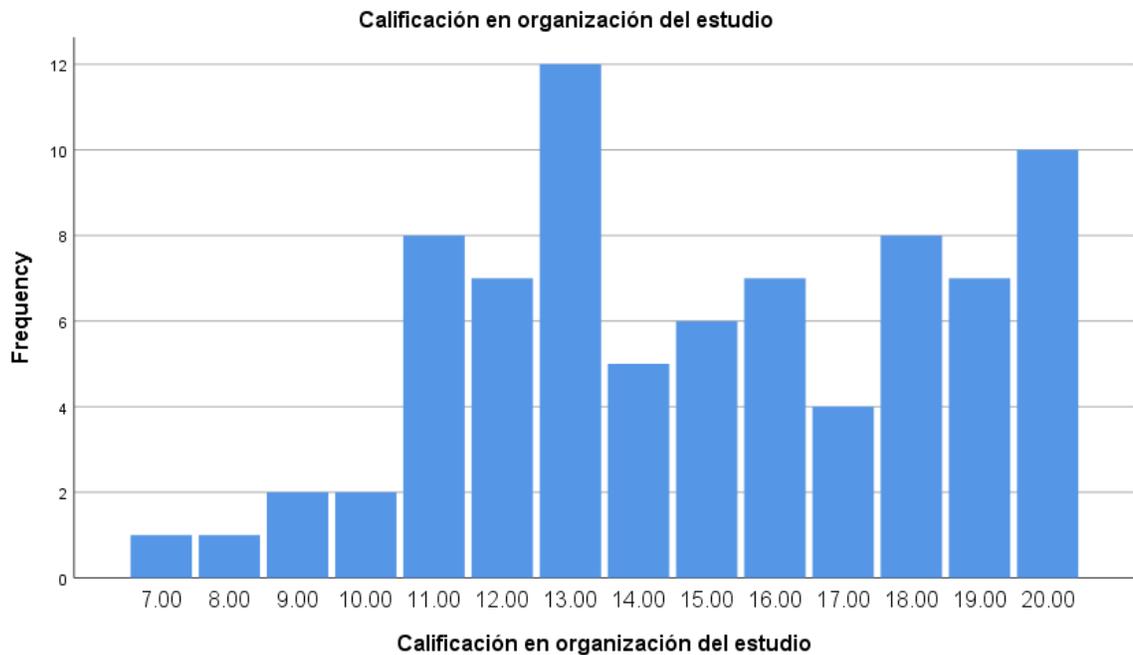


Ilustración 13. Gráfica de frecuencias en organización del estudio.

La encuesta de organización de estudio genera resultados en porcentajes aceptables más más de la mitad de las preguntas de la encuesta. Aun así, es preocupante saber que 33 de los 80 estudiantes presentan carencias en la organización del estudio independiente. Dicha información sirve para generar un módulo de actividades y recordatorios en el STI para administrar tiempo y recursos del estudiante.

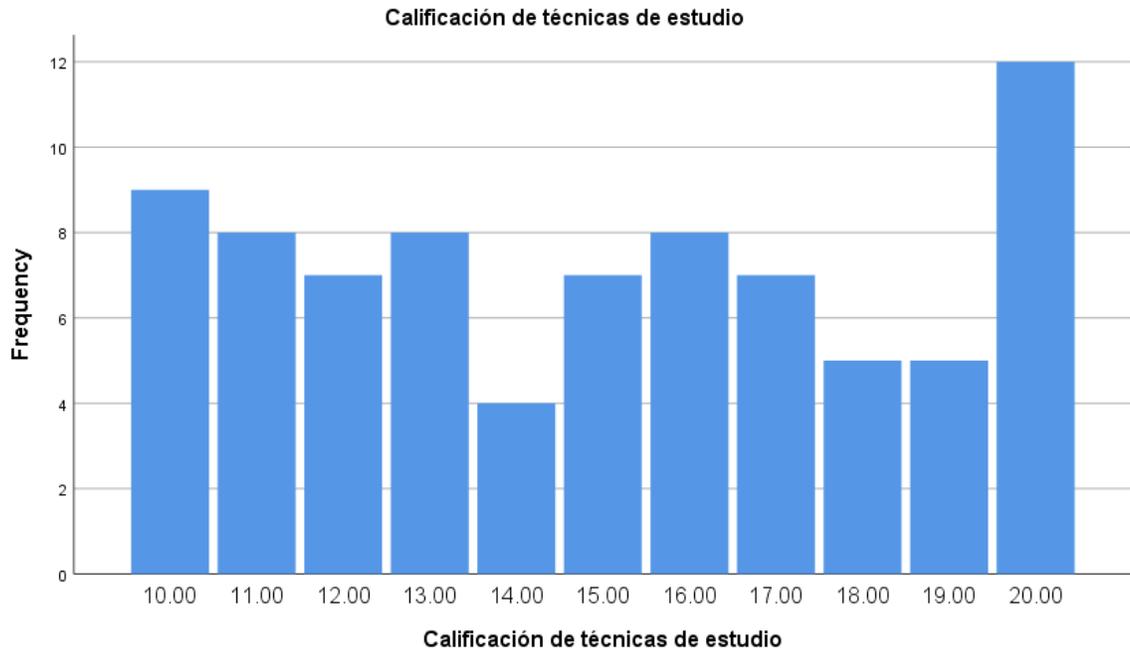


Ilustración 14. Gráfica de frecuencias de calificación de técnicas de estudio.

Con respecto a técnicas de estudio es posible observar un alza de estudiantes que no las practican adecuadamente. Si se observa el gráfico, existen porcentajes similares entre los valores de 10 a 13 que representan a aquellos estudiantes que no ponen en práctica las técnicas de estudio para mejorar su aprovechamiento académico.

Se encuentran 33 estudiantes en situación de rezago en aplicación de técnicas de estudio y que solo utilizan técnicas tradicionales como repaso con lectura en voz alta, subrayar, hacer resúmenes, memorizar, etc.

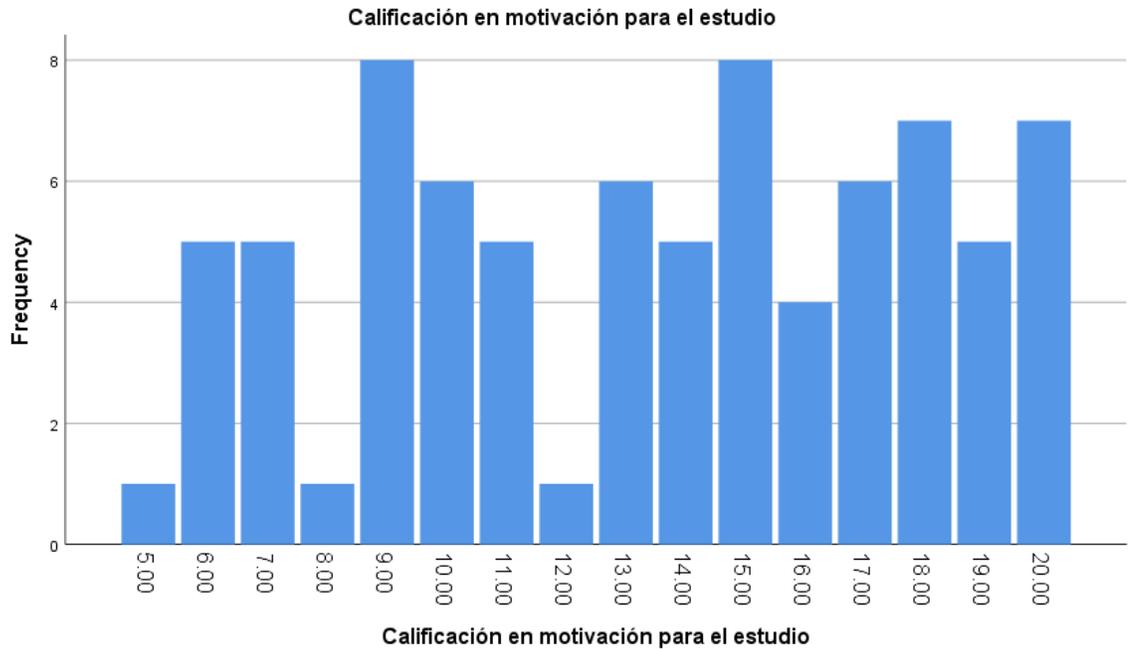


Ilustración 15. Gráfica frecuencias de calificación en motivación para el estudio.

En la encuesta de motivación para el estudio se pueden observar a 32 estudiantes que no encuentran motivación por seguir estudiando y puede deberse a factores económicos, familiares, sociales, entre otros.

Dichas situaciones pueden encaminar a la deserción escolar y abandonar sus estudios de manera indefinida. Con la ayuda del STI se puede reducir, en gran medida, el rezago en la motivación para el estudio.

Estilo de Aprendizaje resultante

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	AUDITIVO	10	20.0	20.0	20.0
	KINESTÉSICO	19	38.0	38.0	58.0
	VISUAL	21	42.0	42.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Ilustración 16. Tabla de frecuencia de estilos de aprendizaje resultantes.

En esta tabla se observa la frecuencia de los estilos de aprendizaje resultantes después de aplicar la prueba de Estilos de Aprendizaje de PNL. El estilo de aprendizaje dominante es el Visual por lo que se determina que la mayoría de los estudiantes prefiere tomar clase con contenidos visuales: diapositivas, código fuente en pantalla, diagramas de flujo, gráficos, entre otros.

El segundo estilo de aprendizaje es el Kinestésico por lo que se puede deducir que el porcentaje de estudiantes con dicho estilo aprenden a través de la interacción con los dispositivos, debe explorar y practicar para aprender ya que la conexión sensorial es mayor y el contacto físico son elementales.

Por último, se halla el estilo de aprendizaje auditivo mismo que sugiere involucrar contenido audiovisual para temas de programación debido a la necesidad de ver elementos gráficos acompañados de sonido.

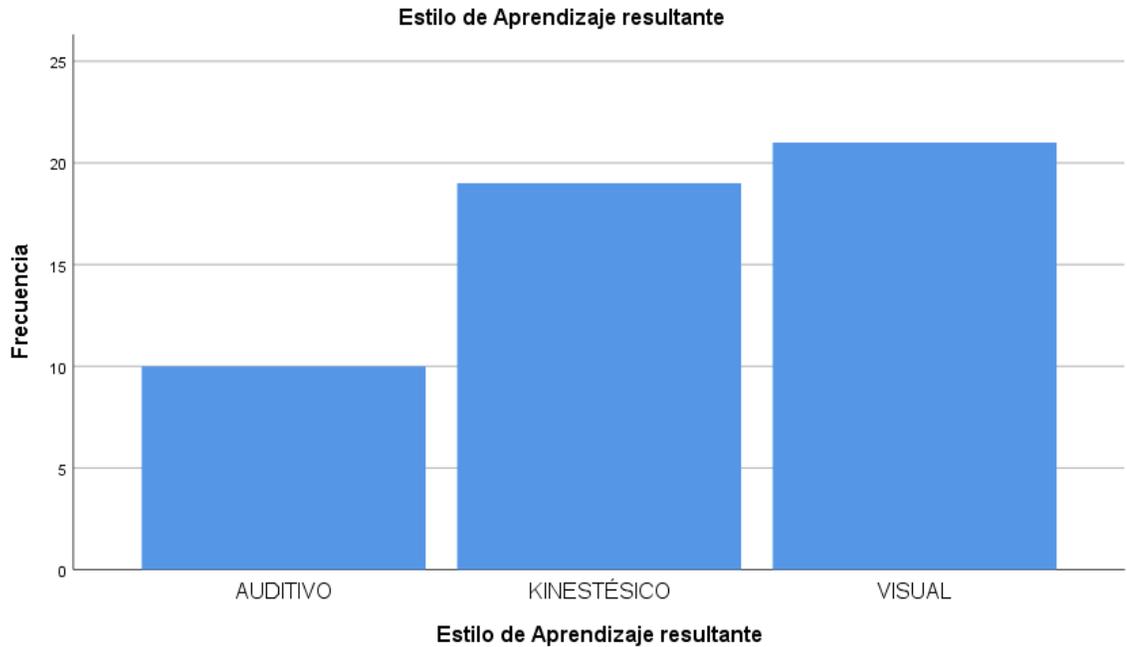


Ilustración 17. Gráfica de estilos de aprendizaje resultantes.

Esta gráfica ayuda a tener una mejor percepción del porcentaje de estudiantes con su respectivo estilo de aprendizaje y que repercutirá en el desarrollo de los contenidos en el STI. La mayor cantidad de estudiantes son visuales, por lo tanto, el contenido se basa en presentaciones electrónicas y demás material audiovisual.

De esta manera, los tutores docentes pueden apoyar al estudiante en temas selectos de las asignaturas donde se presenten detalles de aprovechamiento académico y tomar como auxiliar al STI en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.3 Realización del análisis (Interpretación)

		Estadísticos		
		Respuesta elegida	Respuesta elegida	Respuesta elegida
		A	B	C
N	Válido	50	50	50
	Perdidos	0	0	0
Media		13.8800	12.7600	13.3600
Error estándar de la media		.49209	.33019	.46665
Mediana		13.5000	13.0000	13.5000
Moda		13.00	13.00	13.00 ^a
Desv. Desviación		3.47962	2.33483	3.29972
Varianza		12.108	5.451	10.888
Curtosis		-.161	-.587	-.347
Error estándar de curtosis		.662	.662	.662
Rango		16.00	10.00	15.00
Mínimo		6.00	8.00	6.00
Máximo		22.00	18.00	21.00
Percentiles	25	11.0000	11.0000	11.0000
	75	17.0000	15.0000	15.2500

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Ilustración 18. Análisis estadístico de estilos de aprendizaje.

En este análisis estadístico puede observarse los datos generados de la prueba de Estilos de Aprendizaje. La elección de las opciones A, B y C se ve muy pareja por lo que genera resultados muy cercanos.

De acuerdo con la varianza es posible ver un riesgo bajo en el estilo de aprendizaje kinestésico y más alto en el auditivo por lo que se debe crear más contenido auditivo/audiovisual.

La generación de contenidos se centra sobre los tres estilos de aprendizaje resultantes y se evaluará durante el proceso de evaluación formativa del estudiante durante los primeros 3 semestre de la carrera de Ingeniería Informática.

Estadísticos

		Calificaciones POO sin STI	Calificaciones POO con STI
N	Válido	50	50
	Perdidos	0	0
Media		82.9000	90.1200
Error estándar de la media		1.02390	1.17860
Mediana		83.5000	92.0000
Moda		75.00 ^a	99.00
Desv. Desviación		7.24005	8.33395
Varianza		52.418	69.455
Asimetría		-.432	-.831
Error estándar de asimetría		.337	.337
Curtosis		.127	-.123
Error estándar de curtosis		.662	.662
Rango		30.00	30.00
Mínimo		65.00	70.00
Máximo		95.00	100.00
Percentiles	25	78.0000	85.0000
	75	87.7500	98.0000

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Ilustración 19. Análisis de calificaciones de una asignatura con y sin STI.

En este análisis estadístico puede verse una mejora en las calificaciones de dos grupos con distinto enfoque debido a que un grupo siguió con las clases ordinarias y el otro con el uso de los componentes del STI.

Entre los datos se puede destacar el promedio cuya diferencia es 7.22 puntos a favor del STI ya que el uso de contenidos adecuados al estilo de aprendizaje del estudiante representa una mejora y ventaja sobre la distribución de material de estudio genérico.

Los estudiantes que recibieron material acorde a su estilo de aprendizaje resolvieron los ejercicios ligeramente más rápido que los estudiantes del otro grupo.

Los valores mínimo y máximo con respecto a calificaciones se ven mejorados en 5 puntos con el uso del STI.

Esto sugiere que la implementación del STI puede mejorar el rendimiento de los estudiantes y reducir el índice de reprobación como principal tarea, sin embargo, se podrá ver el resultado de reducción del índice de reprobación en semestres posteriores.

Calificaciones POO sin STI

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	65.00	2	4.0	4.0	4.0
	68.00	1	2.0	2.0	6.0
	75.00	6	12.0	12.0	18.0
	76.00	1	2.0	2.0	20.0
	77.00	1	2.0	2.0	22.0
	78.00	2	4.0	4.0	26.0
	79.00	2	4.0	4.0	30.0
	80.00	1	2.0	2.0	32.0
	81.00	3	6.0	6.0	38.0
	82.00	4	8.0	8.0	46.0
	83.00	2	4.0	4.0	50.0
	84.00	3	6.0	6.0	56.0
	85.00	6	12.0	12.0	68.0
	86.00	3	6.0	6.0	74.0
	87.00	1	2.0	2.0	76.0
	90.00	3	6.0	6.0	82.0
	91.00	2	4.0	4.0	86.0
	92.00	3	6.0	6.0	92.0
	93.00	1	2.0	2.0	94.0
	95.00	3	6.0	6.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Ilustración 20. Análisis estadístico de calificaciones sin STI.

En esta tabla se observa la frecuencia y porcentaje de las calificaciones obtenidas por los estudiantes de ingeniería Informática sin el uso del STI. Se trata de estudiantes a quienes no se les dio a conocer la herramienta para fines prácticos de aplicación.

Hay 15 alumnos con calificaciones menores a 80 y, de ellos, se encuentran en condiciones de reprobación.

Calificaciones POO con STI

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	70.00	2	4.0	4.0	4.0
	74.00	1	2.0	2.0	6.0
	75.00	2	4.0	4.0	10.0
	78.00	1	2.0	2.0	12.0
	80.00	2	4.0	4.0	16.0
	82.00	2	4.0	4.0	20.0
	84.00	1	2.0	2.0	22.0
	85.00	2	4.0	4.0	26.0
	87.00	2	4.0	4.0	30.0
	88.00	4	8.0	8.0	38.0
	89.00	3	6.0	6.0	44.0
	91.00	2	4.0	4.0	48.0
	92.00	2	4.0	4.0	52.0
	93.00	2	4.0	4.0	56.0
	94.00	3	6.0	6.0	62.0
	95.00	4	8.0	8.0	70.0
	96.00	1	2.0	2.0	72.0
	97.00	1	2.0	2.0	74.0
	98.00	4	8.0	8.0	82.0
	99.00	6	12.0	12.0	94.0
	100.00	3	6.0	6.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Ilustración 21. Tabla de calificaciones con el uso del STI.

En la tabla 22 se muestra una mejora en el rendimiento de los estudiantes ya que de 15 alumnos en condiciones menores a 80 sin usar el STI en este caso solo hay 6 con una reducción de más del 50%.

Eso indica que la atención personalizada acorde al estilo de aprendizaje del estudiante genera un clima de comodidad y confianza que permite un mejor proceso en la construcción de conocimiento. Las calificaciones se ven mejoradas con respecto a las del grupo que no usa el STI.

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Calificaciones POO sin STI	50	30.00	65.00	95.00	82.9000	7.24005
Calificaciones POO con STI	50	30.00	70.00	100.00	90.1200	8.33395
N válido (por lista)	50					

Ilustración 22. Resumen de resultados de los dos grupos.

En esta tabla se aprecia de manera más resumida la diferencia entre las calificaciones de los dos grupos con diferencia de 5 puntos y una media de casi 8 puntos.

El uso de un STI apoya en proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes en cualquier nivel educativo; el uso correcto de las tecnologías en la educación se verá reflejado en los resultados a mediano plazo.

En Ingeniería Informática se llevará a cabo el seguimiento del STI y de los estudiantes que participan en el proceso para evaluar resultados en próximos semestres además de agregar módulos y funcionalidades al STI.

3.4 Comprobación de la hipótesis

De acuerdo con el planteamiento realizado en la hipótesis: “La implementación de un Sistema Tutor Inteligente contribuirá a la reducción de un 15% en el índice de reprobación en las materias de Fundamentos de Programación y Programación de los estudiantes de Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán” se comprobó con una reducción del índice de reprobación en la carrera Ingeniería Informática tomando como base los resultados de los semestres anteriores. El cumplimiento de las competencias de las asignaturas se vio favorecido al identificar el estilo de aprendizaje del estudiante por medio de la prueba realizada y con las tres encuestas previas utilizadas como punto de partida para la selección de los contenidos a mostrar para cada alumno. De esta manera se garantizan materiales de estudio adecuados al estilo de aprendizaje identificado por el Sistema Tutor Inteligente cuyo algoritmo de Machine Learning basado en scikit-learn ofrece resultados muy acertados. Los factores de reprobación estudiados consistieron en aspectos académicos y no se consideraron aspectos familiares, sociales ni económicos. La implementación de un software para el apoyo académico del estudiante proporciona un soporte adicional que no reemplaza al docente, sino que complementa su labor académica. Se pretende desarrollar más módulos del Sistema y desarrollar la aplicación móvil para Android y iOS.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El uso del Sistema Tutor Inteligente contribuye a llevar un mejor control y seguimiento de los estudiantes a través de la identificación del estilo de aprendizaje de cada uno; eso representa una ventaja en el proceso ya que al identificar adecuadamente cómo aprende un estudiante se hace más fácil la tarea del docente para facilitar los materiales indicados y lograr los aprendizajes esperados.

Con la implementación del Sistema Tutor Inteligente se podrá reducir el índice de reprobación de los estudiantes de Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán al ofrecer una ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje docentes y tutores para que éstos últimos se enfoquen en la resolución de problemas grupales y tengan un apoyo pedagógico en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En posteriores meses se conseguirá un servidor de Hosting para hacer funcional el Sistema Tutor Inteligente dentro y fuera del Instituto además de complementar la estructura del Software con nuevos módulos y la inclusión de librerías para el tratamiento de datos que permitan realizar cálculos estadísticos y generar informes más detallados.

Actualmente se han realizado pruebas en Ingeniería Informática y seguirá perfeccionándose para servir a estudiantes con rezago educativo y evitar la deserción escolar.

En el periodo actual de contingencia causado por COVID-19 es viable implementarlo para llevar el seguimiento de estudiantes con dificultades de aprendizaje en los primeros semestres de la carrera de Ingeniería Informática.

La nueva normalidad, consecuencia del COVID-19, ofrece oportunidades para desarrollar software educativo y aplicarlo en todos los niveles para servir como apoyo a estudiantes en el periodo de confinamiento además de proporcionar los medios propicios para una alfabetización digital de estudiantes de preescolar, primaria y secundaria.

Se pretende desarrollar módulos adicionales al Sistema Tutor Inteligente, agregar funcionalidades de reconocimiento facial, detección de emociones, entre otras áreas de oportunidad y desarrollar las aplicaciones móviles respectivas.

Bibliografía

- Aguilar, R. M. R., González, J. L. M. C., & Campos, A. L. L. (2013). Diseño de un sistema tutorial inteligente. *Apertura*, 5(1), 36-47.
- Bustos, G. N., Roldán, P. R., & Guzmán, R. Z. (s. f.). *Factores de reprobación en los alumnos del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara*. 9.
- Cataldi, Z., & Lage, F. (2010). Modelado del Estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 5.
- Competencias, calidad y educación superior—Sergio Tobón—Google Libros. (s. f.). Recuperado 12 de octubre de 2019, de https://books.google.com.mx/books?id=jW7G7qRhry4C&pg=PA114&lpg=PA114&dq=Cuarenta+preguntas+sobre+competencia+laboral,+Montevideo,+Cinterfor&source=bl&ots=itNS1JI098&sig=ACfU3U3Vt65buoLoaXodq2cQVK_Np-HmXw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjQjK2W55XIAhVQKKwKHaL-BtQQ6AEwCXoECAoQAQ#v=onepage&q=Cuarenta%20preguntas%20sobre%20competencia%20laboral%2C%20Montevideo%2C%20Cinterfor&f=false
- Escalante, J. E., Mariño, S. I., Marchisio, S. T., & Guglielmone, M. V. G. (2018). *Modelo de sistema tutor inteligente de apoyo en la realización de proyectos de investigación en posgrados en ingeniería*.

- Espinosa, M. L., & Valdivia, Z. G. (2008). *La Inteligencia Artificial en la Informática Educativa*. 5, 8.
- Huapaya, C. R., Arona, G. M., & Lizarralde, F. A. (2005). Enseñanza de la Ingeniería con Sistemas Tutoriales Inteligentes. *Información tecnológica*, 16(5), 75-78. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642005000500012>
- Huapaya, Constanza Raquel, & Lanzarini, L. L. (s. f.). *Sistemas Tutoriales Inteligentes*. 74.
- Hurtatiz, Y., Pascuas, Y., & Millán Rojas, E. (2015). SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES COMO APOYO EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE. *REDES DE INGENIERÍA*, 6, 25. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.redes.2015.1.a02>
- Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. (s. f.). Recuperado 14 de octubre de 2019, de Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán website: <http://www.itsteziutlan.edu.mx/>
- Modelo OOHDM. (s. f.). Recuperado 12 de octubre de 2019, de <http://www.hipertexto.info/documentos/oohdm.htm>
- Pytel, P., Vegega, C., Deroche, A., Acosta, M. P., & Cattaneo, M. F. P. (2015). *Modelo bayesiano para el diagnóstico del aprendizaje en alumnos de inteligencia artificial*.
- Saavedra, L. F. Q. (2016). *PROTOTIPO DE TUTOR INTELIGENTE PARA EL APRENDIZAJE DE LA PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES*. 87.
- Sánchez, J., & Ortega Santamaría, S. (2001, septiembre 26). *Metodología para el Desarrollo de Contenidos en Hipermedia*.

SIMPLIFY. (s. f.). Recuperado 14 de octubre de 2019, de Gradient website:

<https://www.gradient.org/proyectos/simplify/>

Sowa, J. F. (s. f.). *Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project*. 10.

Trujillo-Segoviano, J. (2014). El enfoque en competencias y la mejora de la educación. *Ra Ximhai*, 10(5), 307-322.

Urretavizcaya—2001—Sistemas Inteligentes en el ambito de la Educacion.pdf.

(s. f.). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/925/92551202.pdf>

Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M. R., & Garrido-Arroyo, M. C.

(2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).

<https://doi.org/10.6018/red/46/3>

Vázquez, C. L. A. (2014). Enfoque por competencias: La realidad en educación básica. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 5(8), 58-65.

Cu Balán, Guadalupe (2005). El impacto de la escuela de procedencia del nivel medio superior en el desempeño de los alumnos en el nivel universitario. <i>xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551/55130171>