



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES  
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Paublo Alejandro Martínez Gómez**  
Asesorado por el Ing. Mario José Bautista Fuentes

Guatemala, noviembre de 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES  
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**PAUBLO ALEJANDRO MARTÍNEZ GÓMEZ**

ASESORADO POR EL ING. MARIO JOSÉ BAUTISTA FUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Fernández Cáceres
EXAMINADOR	Ing. César Rolando Batz
EXAMINADORA	Inga. Devora Emperatriz Meza
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES  
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 2 de septiembre de 2020.

**Paublo Alejandro Martínez Gómez**

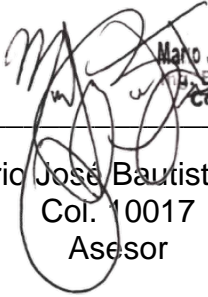
Guatemala, 12 de octubre de 2020

Ingeniero  
**Carlos Gustavo Alonzo**  
**Director de la Escuela de Ingeniería**  
**En Ciencias y Sistemas**

Respetable Ingeniero Alonzo:

Por este medio hago constar que el estudiante universitario **Paublo Alejandro Martínez Gómez** que se identifica con **CUI No. 2505765700101** y código estudiantil **No. 201313876** ha concluido satisfactoriamente el trabajo de graduación que lleva por título **“INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** bajo mi asesoría donde apruebo el contenido del mismo.

Para su conocimiento y efectos, sin otro particular, me suscribo.

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
  
Ing. Mario José Bautista Fuentes  
Col. 10017  
Asesor

Mario José Bautista Fuentes  
Ingeniero en C.C. Y Sistemas  
Colegiado. 10017





Universidad San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 12 de octubre de 2020

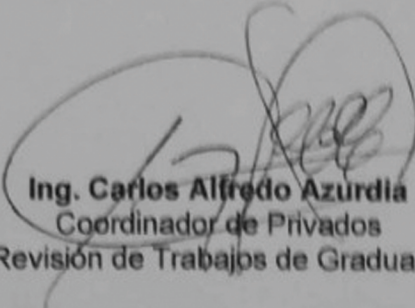
Ingeniero  
**Carlos Gustavo Alonzo**  
Director de la Escuela de Ingeniería  
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Alonzo:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **PAUBLO ALEJANDRO MARTÍNEZ GÓMEZ** con carné 201313876 y CUI 2505 76570 0101 titulado "INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo aprobado.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,

  
**Ing. Carlos Alfredo Azurdia**  
Coordinador de Privados  
y Revisión de Trabajos de Graduación



SISTEMAS  
Y  
CIENCIAS  
EN  
INGENIERÍA  
DE  
ESCUELA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS Y SISTEMAS

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante, PAUBLO ALEJANDRO MARTÍNEZ GÓMEZ aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



Digitally signed by Carlos Gustavo Alonzo  
DN: 2.5.4.13=Profesional Titulado, c=GT,  
l=Guatemala / Guatemala, street=Via 5 3-65  
zona 4 Ed. El Angel 5to nivel de 52,  
2.5.4.20=22347420, ou=NA, o=NA,  
title=Ingeniero en Ciencias y Sistemas  
Colegiado. 6358, serialNumber=2278 03167  
0101, 2.5.4.45=29020980, 2.5.4.27=06/03/79,  
email=carlosalonzo@infutilitygt.com,  
cn=Carlos Gustavo Alonzo  
Date: 2020.11.18 11:28:34 -06'00'

*Msc. Carlos Gustavo Alonzo*  
**Director**

**Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

*Guatemala, 18 de noviembre 2020*

DTG. 389.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Paublo Alejandro Martínez Gómez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Al ser todopoderoso, mi padre quién derramó su gracia, sin quién jamás hubiera logrado mis metas. Honra y alabanza sean a él.
- Mi madre** Quién a través de sus años de esfuerzo y dedicación forjó este momento con sus manos, el pilar de mi vida y la persona a quién más amo en este mundo.
- Mi abuela +++** Mi segunda madre quién me transmitió valores y brindó con amor educación durante mi niñez, sin ella no sería quién soy.
- Mi abuelo** Mi compañía durante muchos años, quién se ha preocupado por mi bienestar y a través de sus oraciones ha reflejado su amor hacia mí.
- Mis tíos** Quienes han sido padres para mí en muchos aspectos de mi vida, y me han transmitido sus enseñanzas.
- Mi niñera** Angelina, quién me cuidó como a su hijo durante muchos años, me brindó atención y a quién recuerdo con mucho cariño.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Mi casa de estudios donde obtuve el conocimiento que me permitió alcanzar este logro académico.

**Facultad de Ingeniería**

La entidad cuyos catedráticos formaron mi carácter y transmitieron sus conocimientos.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Quienes me acompañaron y apoyaron durante mi carrera, sus ánimos fueron importantes para mí.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
HIPÓTESIS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS PEDAGÓGICAS Y ANDRAGÓGICAS .....	1
1.1. El aprendizaje.....	1
1.1.1. Criterios del aprendizaje .....	1
1.1.2. Teorías de aprendizaje como base del desarrollo ....	2
1.1.2.1. Conductismo.....	2
1.1.2.2. Conexionismo .....	3
1.1.2.3. Condicionamiento clásico .....	3
1.1.2.4. Condicionamiento por contigüidad.....	3
1.1.2.5. Condicionamiento operante .....	4
1.1.3. Teoría cognoscitiva social .....	4
1.1.3.1. Aprendizaje y desempeño .....	4
1.1.3.2. Autorregulación.....	5
1.1.4. Teoría del procesamiento de información.....	5
1.1.4.1. Atención.....	6
1.1.4.2. Percepción.....	6
1.1.4.3. Memoria a corto plazo .....	6

1.1.4.4.	Memoria a largo plazo.....	7
1.1.4.5.	Memoria semántica .....	7
1.1.4.6.	Memoria episódica .....	7
1.1.5.	Constructivismo.....	8
2.	INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA EDUCACIÓN.....	9
2.1.	Componentes determinantes en el nuevo paradigma educativo.....	9
2.1.1.	Inteligencia artificial .....	10
2.1.2.	Ciencia cognitiva .....	10
2.1.3.	Internet .....	10
2.2.	Tareas para la implementación .....	10
2.2.1.	Tareas computacionales .....	11
2.2.1.1.	Desarrollo de software .....	11
2.2.1.2.	Inteligencia artificial .....	12
2.2.1.3.	Bases de datos.....	12
2.2.1.4.	Interfaces.....	13
2.2.2.	Tareas profesionales.....	13
2.2.2.1.	Profesores como líderes tecnológicos .....	13
2.2.2.2.	Desarrollo profesional del profesorado .....	14
2.2.2.3.	Tareas de hardware .....	14
2.2.2.4.	Tareas de software.....	14
3.	MÓDULOS DE UN TUTOR INTELIGENTE.....	15
3.1.	Módulo estudiante.....	15
3.1.1.	Modelos estudiante .....	15
3.1.1.1.	Modelos de dominio .....	15

	3.1.1.2.	Modelos de capas.....	16	
	3.1.1.3.	Modelos de usuario abierto .....	16	
	3.1.1.4.	Problemas durante la construcción de un modelo estudiantil.....	16	
	3.1.2.	Representación del conocimiento.....	17	
	3.1.3.	Actualización del conocimiento.....	17	
	3.1.4.	Mejorando el rendimiento del tutor .....	18	
3.2.		Módulo de comunicación .....	18	
	3.2.1.	Comunicación y enseñanza.....	18	
	3.2.2.	Comunicación gráfica .....	19	
		3.2.2.1. Humanos sintéticos .....	19	
		3.2.2.2. Ambientes de realidad virtual.....	20	
	3.2.3.	Inteligencia social .....	20	
	3.2.4.	Reconocimiento visual y facial.....	20	
	3.2.5.	Indicadores metabólicos .....	21	
	3.2.6.	Evaluación .....	21	
		3.2.6.1. Principios de la evaluación .....	21	
			3.2.6.1.1. Establecer la meta del tutor .....	22
			3.2.6.1.2. Metas de la evaluación .....	22
	3.2.7.	Machine Learning .....	22	
4.		ARQUITECTURA DE UN TUTOR INTELIGENTE .....	25	
	4.1.	Arquitectura del sistema .....	25	
		4.1.1. Interfaz.....	26	
		4.1.2. Componente de control .....	26	
			4.1.2.1. Agente de cuadros de texto .....	27
			4.1.2.2. Agente supervisor.....	28

4.1.2.3.	Agente observador .....	28
4.1.3.	Componente instruccional .....	28
4.1.3.1.	Agente de dominio .....	29
4.1.3.2.	Agente de estilo de aprendizaje .....	29
4.1.3.3.	Agente pedagógico .....	30
4.1.3.4.	Agente de estrategia .....	31
4.1.3.5.	Agente de materia .....	31
4.1.4.	Componente de análisis de texto .....	32
4.1.4.1.	Agente analógico.....	32
4.1.4.2.	Agente lógico de difusión .....	33
4.1.4.3.	Agente HTML .....	33
4.1.4.4.	Procesamiento de lenguaje natural .....	33
4.1.4.5.	Agente de semántica parcial .....	34
4.1.5.	Componente modelo estudiante.....	34
4.1.5.1.	Agente red neural.....	35
4.1.5.2.	Agente modelo estudiante.....	35
4.1.6.	Base de conocimiento .....	35
5.	ANÁLISIS DE POTENCIALIDAD DE LA HERRAMIENTA.....	37
5.1.	Definición del problema.....	37
5.2.	Delimitación del problema .....	38
5.3.	Enunciado del problema.....	38
5.4.	Sistematización del problema .....	38
5.5.	Variables dependientes e independientes.....	39
5.5.1.	Variable dependiente .....	39
5.5.2.	Variable independiente.....	39
5.6.	Conceptualización de las variables .....	39
5.6.1.	Comprensión .....	40
5.6.2.	Viabilidad de desarrollo de un proyecto .....	40

5.7.	Operacionalización de variables.....	40
5.7.1.	Variable dependiente.....	40
5.7.2.	Variable independiente.....	41
5.8.	Método.....	41
5.8.1.	Sujetos.....	41
5.8.2.	Definición de instrumentos.....	41
5.8.2.1.	Encuesta a estudiantes.....	42
5.8.2.2.	Encuesta a catedráticos.....	47
5.8.2.3.	Registro notas compiladores 1.....	51
5.8.2.4.	Registro notas compiladores 2.....	53
5.9.	Panorama en la actualidad.....	56
6.	PROPUESTA SISTEMA TUTOR INTELIGENTE.....	57
6.1.	Cognitive Tutor Authoring Tools.....	58
6.1.1.	Costos.....	58
6.1.2.	Requerimientos.....	59
6.2.	Distribución de lecciones.....	59
6.2.1.	Lecciones, compiladores 1.....	59
6.2.2.	Lecciones, compiladores 2.....	61
6.2.3.	Flujo básico de lecciones.....	62
6.2.4.	Contenido mínimo de las lecciones.....	63
6.3.	Validación de la propuesta.....	63
6.3.1.	Posibles expertos.....	63
6.3.2.	Obtención del criterio de cada experto.....	64
6.3.3.	Análisis de datos.....	64
6.4.	Participación del estudiantado.....	64

CONCLUSIONES.....67  
RECOMENDACIONES .....69  
BIBLIOGRAFÍA.....71  
APÉNDICES.....73

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Arquitectura general del sistema.....	26
2.	Arquitectura componente de control .....	27
3.	Arquitectura componente instruccional .....	29
4.	Arquitectura del componente de análisis de texto.....	32
5.	Arquitectura del componente modelo estudiante .....	34
6.	Problemáticas para el desarrollo de los cursos.....	43
7.	Implantación de herramienta pedagógica .....	44
8.	Participación en la elaboración .....	45
9.	Utilización de la herramienta.....	46
10.	Factores que afectan el desarrollo de cursos.....	48
11.	Implantación de la herramienta .....	49
12.	Utilización por catedráticos .....	50
13.	Distribución notas compiladores 1 .....	52
14.	Distribución notas compiladores 2 .....	54

### TABLAS

I.	Problemáticas para el desarrollo de los cursos .....	42
II.	Implantación de herramienta pedagógica.....	43
III.	Participación en la elaboración .....	44
IV.	Utilización de la herramienta.....	45

V.	Factores que afectan el desarrollo de cursos .....	47
VI.	Implantación de la herramienta.....	48
VII.	Utilización por catedráticos .....	49
VIII.	Resultados compiladores 1 .....	52
IX.	Resultados compiladores 2.....	53



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>b</b>	byte, es la unidad de información de base utilizada en computación.
<b>GB</b>	Gigabyte, mil millones de bytes
<b>GHz</b>	Gigahercio, mil millones de Hz
<b>Hz</b>	Hercio, es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.
<b>MB</b>	Megabyte, un millón de bytes.



## GLOSARIO

<b>Andragogía</b>	Ciencia de ayudar a adultos a aprender.
<b><i>Bottom-Up</i></b>	Lógica funcional de abajo hacia arriba.
<b><i>Framework</i></b>	Marco de trabajo o conjunto de herramientas.
<b>Hardware</b>	Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.
<b>HTML</b>	Es un lenguaje de marcado que se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet.
<b>Java</b>	Lenguaje de programación y una plataforma informática que fue comercializada por primera vez en 1995.
<b>JRE</b>	Es un conjunto de utilidades que permite la ejecución de programas.
<b><i>Parsing</i></b>	Proceso de analizar cadenas de símbolos.
<b>Software</b>	Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

***Top-Down***

Lógica funcional de arriba hacia abajo.

## RESUMEN

Durante los últimos años la educación ha evolucionado gracias a la tecnología, poco a poco han surgido nuevas plataformas, herramientas y metodologías que apoyan el aprendizaje en diferentes niveles desde el primario hasta la universidad, sin embargo, estas herramientas sin un fundamento pedagógico no cumplen todo su propósito, un catedrático debe impartir clases estratégicamente planificadas y velar por que las metas se cumplan en su totalidad.

En la actualidad la pandemia del covid-19 ha obligado a la educación a cambiar su enfoque de manera drástica demostrando que se necesita un método adicional de aprendizaje para que los estudiantes se guíen y comprendan los temas, ahora más que nunca necesitan todo el apoyo debido a que no existe un momento profesor-alumno para que puedan disipar las dudas, aquí es cuando entra en juego la inteligencia artificial, a lo largo del tiempo se ha desarrollado el concepto de 'tutor inteligente' como un nuevo método de enseñanza-aprendizaje, que automatice ciertos procesos y que facilite la comunicación con el alumnado de forma personalizada.

La inteligencia artificial necesita analizar datos y comportamientos para ofrecer un camino a seguir para el estudiante y en la actualidad el procesamiento de datos está en su punto más elevado, existiendo variedad de lenguajes y herramientas especializadas en ello, para así facilitar la implementación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer que a través de la presente investigación se analice la posibilidad de implementar una herramienta didáctica que utilice la inteligencia artificial con el objetivo de apoyar al estudiante de la Escuela de Ciencias y Sistemas en las materias correspondientes al área profesional en los cursos de Organización de Lenguajes y Compiladores 1 y 2, donde los alumnos han manifestado dificultad en la comprensión y desarrollo del mismo.

### **Específicos**

1. Presentar una base de conocimientos necesaria para la posible implementación de dicha herramienta para el beneficio de los alumnos.
2. Tomar en cuenta factores pedagógicos, andragógicos y tecnológicos que debe tener una herramienta didáctica enfocada en beneficio del estudiante.
3. Plasmar la potencialidad que una herramienta didáctica basada en IA con un proceso adecuado de enseñanza – aprendizaje sería de beneficio tanto al docente como al estudiante.





## **HIPÓTESIS**

La implementación de un tutor con inteligencia artificial para los estudiantes de los cursos de Lenguajes y Compiladores 1 y 2, es viable y la utilizarían como herramienta de apoyo y a través de ella comprender los temas en los cuales presenten dificultad de comprensión y de esa forma lograr aprobar dichas materias.

### **Hipótesis nula:**

La implementación de un tutor pedagógico con inteligencia artificial es viable significativamente en las circunstancias actuales, contando con el apoyo de los catedráticos y estudiantes para su desarrollo e implantación.

### **Hipótesis alternativa:**

La implementación de un tutor pedagógico con inteligencia artificial no es viable significativamente en las circunstancias actuales y sin el apoyo de los catedráticos y estudiantes para su desarrollo e implantación.



## INTRODUCCIÓN

La educación actual se apoya en una serie de innovaciones tecnológicas que complementan y ofrecen alternativas en la enseñanza educativa tradicional. Distintos colaboradores hacen esfuerzos para crear nuevos métodos de enseñanza en la educación utilizando la tecnología teniendo a la mano distintos dispositivos tecnológicos tales como: celulares, *tablet*, computadoras entre otros. Diferentes instituciones educativas de todos los niveles han implementado plataformas con programas educativos que se han transformado en herramientas Pedagógicas y andragógicas en la enseñanza, por lo que ha sido necesario que los docentes se capaciten y actualicen. Así mismo la tecnología con diversidad de programas y herramientas se han convertido en apoyo para el aprendizaje y comprensión de temas de estudio en los alumnos.

El uso de las herramientas ya creadas se ha establecido en los escenarios de la educación virtual (e-learning), y se están utilizando como parte del proceso enseñanza –aprendizaje. En los últimos años las innovaciones tecnológicas, por un lado, la creciente popularidad y disponibilidad de Internet por el otro, han sido las razones principales del desarrollo de numerosas aplicaciones, proyectos de investigación del uso de los medios informáticos en el campo de la tecnología educativa. La tecnología está avanzando a pasos agigantados, la introducción de herramientas y métodos tecnológicos en la educación relativamente modernos en la enseñanza-aprendizaje, tales como: videoconferencia, blogs, herramientas de la web y otras que ayudan al aprendizaje del alumno por sí mismo, se están quedando con limitaciones.

En la actualidad se avanza hacia la cuarta revolución industrial, la inteligencia artificial es ahora una parte de la vida cotidiana, Se está rodeado de la tecnología y sistemas automáticos de estacionamiento, sensores inteligentes para tomar fotos y asistencia personal del mismo modo, la inteligencia artificial en la educación se está haciendo presente, y los métodos tradicionales están cambiando drásticamente.

El mundo académico se está volviendo más conveniente y personalizado gracias a las numerosas aplicaciones de IA para la educación. Esto ha cambiado la forma en que las personas aprenden, porque los materiales educativos son accesibles para todos a través de dispositivos inteligentes y computadoras. Hoy los estudiantes no necesitan asistir a clases físicas para estudiar siempre que tengan computadoras y conexión a Internet. IA también permite la automatización de tareas administrativas, permitiendo a las instituciones minimizar el tiempo requerido para completar tareas difíciles para que los educadores puedan pasar más tiempo con los estudiantes.

Uno de los mayores desafíos con respecto a la educación es que las personas aprenden de manera diferente y a ritmos diferentes. Los estudiantes pasan por el sistema educativo con diferentes niveles de capacidad de aprendizaje y aptitud. Algunos son más expertos en habilidades para el pensamiento analítico, mientras que otros son más hábiles en el pensamiento con capacidad creativa, literaria y comunicativa. Otros son desafiados de diferentes maneras con discapacidades físicas y mentales.

# **1. HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS PEDAGÓGICAS Y ANDRAGÓGICAS**

## **1.1. El aprendizaje**

El aprendizaje implica construir y modificar el conocimiento, habilidades, estrategias, creencias, actitudes y conductas. El mundo coincide que el aprendizaje es importante, pero tiene diferentes puntos de vista sobre las causas, los procesos y las consecuencias de este. No hay una definición exacta de aprendizaje aceptada por todos los teóricos y profesionales, sin embargo, se puede crear una basada en los criterios que los profesionales de la educación consideran, y el aprendizaje puede definirse como un cambio perdurable en la conducta, que es el resultado de la práctica o de otras formas de experiencia.

A través de la anterior definición se pueden extraer los tres criterios del aprendizaje:

- Implica un cambio
- Perdura a lo largo del tiempo
- Ocurre por medio de la experiencia

### **1.1.1. Criterios del aprendizaje**

El primer criterio indica que cuando una persona aprende adquiere la capacidad para hacer algo de forma distinta. El aprendizaje se observa de a través de sus productos y resultados, se evalúa con base en lo que las personas dicen, escriben o realizan. Existen ciertos cambios que son temporales debido a que se elimina el factor que los causa, sin embargo, el

aprendizaje se conserva a lo largo del tiempo, convirtiéndose en algo intrínseco de las personas. Una de las formas más comunes de aprender es realizar la actividad deseada una cantidad indefinida de veces hasta que se graba en las mentes y cuerpos, conforme se va realizando dicha actividad se pule la forma en la que se realiza y así es como se adquiere experiencia.

### **1.1.2. Teorías de aprendizaje como base del desarrollo**

Son aquellas que realizan la descripción de un proceso que permite a una persona aprender algo. Su objetivo es entender, anticipar y regular conductas a través del diseño de diversas estrategias que faciliten el acceso al conocimiento. Buscan la interpretación de diversos casos y sugieren soluciones a los inconvenientes que pueden surgir durante el proceso enseñanza aprendizaje. A continuación, se analizarán las principales teorías conductuales y cognoscitivas que permiten entender mejor los conceptos subyacentes en los principios del aprendizaje humano.

#### **1.1.2.1. Conductismo**

Surgió como una teoría psicológica y posteriormente se adaptó su uso en la educación. Influenció fuertemente la forma en cómo se comprende el aprendizaje humano. El aprendizaje según la perspectiva conductista es definido como un cambio observable en el comportamiento, los procesos internos son considerados “irrelevantes” ya que no son observables ni medibles de forma directa. Parte del legado de esta teoría se enfoca en resolver problemas relacionados con la conducta humana y el modelamiento de conductas, a través de refuerzos se fortalecen conductas apropiadas y se debilitan las no deseadas. Se impulsa la asignación de calificaciones, recompensas y castigos.

Los principios conductistas se aplican con éxito en la adquisición de conocimiento memorístico como las tablas de multiplicar o los departamentos de Guatemala. Sin embargo, esto establece la limitación que la repetición no garantiza la asimilación del tema, solo su ejecución. Por ejemplo, si un niño aprende las tablas de multiplicar puede realizar las operaciones, pero si se plantea un problema donde se debe usar la multiplicación no puede resolverlo.

#### **1.1.2.2. Conexionismo**

Esta teoría dominó en Estados Unidos durante la primera mitad del siglo XX, su creador fue el destacado psicólogo Edward L. Thorndike quien a diferencia de muchos psicólogos estaba interesado en la educación. En su libro Psicología Educativa, postuló que el tipo fundamental de aprendizaje implica la formación de asociaciones (conexiones) entre las experiencias sensoriales y los impulsos nerviosas que se manifiestan en una conducta.

#### **1.1.2.3. Condicionamiento clásico**

El condicionamiento clásico es un procedimiento de varios pasos que en un principio involucra la presentación de un estímulo incondicionado, el cual provoca una respuesta incondicionada. Su impulsor Iván Pavlov, creía que el condicionamiento es un proceso automático que entre los seres humanos puede ocurrir con rapidez.

#### **1.1.2.4. Condicionamiento por contigüidad**

Este condicionamiento postuló principios de aprendizaje basados en asociaciones, según el autor Edwin R. Guthrie el aprendizaje por contigüidad

implica que una conducta en una situación se repetirá cuando dicha situación se presente de nuevo; sin embargo, este tipo de aprendizaje es selectivo. Guthrie creía que el aprendizaje no requería que las respuestas fueran recompensadas.

#### **1.1.2.5. Condicionamiento operante**

En este condicionamiento se habla acerca del reforzamiento, el cual cambia la probabilidad o la tasa de ocurrencia de cierta respuesta ante determinado estímulo, las conductas operantes actúan sobre el ambiente y su probabilidad de ocurrencia aumenta o disminuye debido al reforzamiento. Un refuerzo es cualquier estímulo o evento que sigue a una respuesta y que provoca su fortalecimiento.

#### **1.1.3. Teoría cognoscitiva social**

Plantea que el aprendizaje humano ocurre en un entorno social. Mientras que se observa como las demás personas adquieren conocimiento, reglas, habilidades, estrategias y creencias, los individuos también aprenden la utilidad e idoneidad de estas. Esta teoría se basa en algunos supuestos acerca del aprendizaje y las conductas, los cuales hacen referencia a las interacciones recíprocas de personas, conductas y ambientes.

##### **1.1.3.1. Aprendizaje y desempeño**

La teoría cognoscitiva social distingue entre un nuevo aprendizaje y el desempeño de conductas aprendidas previamente. A diferencia del conductismo plantea que el aprendizaje y el desempeño son procesos diferentes. Aunque se aprende gran cantidad de cosas mediante la práctica,



también se aprende mediante la observación. Algunas actividades escolares implican el desempeño de habilidades aprendidas previamente, pero gran parte del tiempo se dedica al aprendizaje, mediante la observación de los compañeros y el profesor como modelos, otros estudiantes adquieren conocimiento que no siempre demuestran en el momento en que los aprenden.

#### **1.1.3.2. Autorregulación**

Un supuesto básico de la teoría cognoscitiva social es que las personas desean controlar los acontecimientos de su vida, y percibirse a sí mismos como agentes. La autorregulación es un proceso a través del cual los individuos activan y mantienen las conductas, las cogniciones y los afectos, los cuales están orientados hacia el otro de metas. Los estudiantes participan en actividades de aprendizaje con metas tales como adquirir conocimiento y estrategias para resolver problemas. Con estas metas los alumnos observan, juzgan y reaccionan a su percepción del progreso.

#### **1.1.4. Teoría del procesamiento de información**

Esta teoría se enfoca en la manera en que las personas prestan atención a los eventos que ocurren en el ambiente, codifican la información que deben aprender, la relacionan con los conocimientos que tienen en la memoria, lo almacenan y lo recuperan a medida que lo necesitan.

Las primeras investigaciones se realizaron en laboratorios e incluían el estudio de fenómenos como movimiento ocular, tiempos para el reconocimiento y el recuerdo, la atención hacia los estímulos y la interferencia en la percepción y la memoria. Actualmente se estudia el aprendizaje, solución de problemas, percepción visual y auditiva, el desarrollo cognoscitivo y la inteligencia artificial.

#### **1.1.4.1. Atención**

Este término se escucha con frecuencia en los contextos educativos, se podría definir como un recurso humano limitado que se utiliza para lograr las metas y movilizar y mantener los procesos cognoscitivos. La atención es un requisito indispensable para el aprendizaje, pero es un recurso limitado porque los estudiantes no tienen cantidades ilimitadas de atención, sino que la asignan a diferentes actividades en función de la motivación y la autorregulación, a medida que las actividades forman parte de la rutina requieren menos atención consciente para procesar la información.

#### **1.1.4.2. Percepción**

Es el significado que se asigna a los estímulos ambientales que se reciben por medio de los sentidos. Un estímulo permanece en uno o más de los registros sensoriales, entender los mecanismos de la percepción permite entender cómo se produce el aprendizaje. Para modelar el aprendizaje primero se debe organizar la información captada por los sentidos y relacionarla con los conocimientos de la memoria.

#### **1.1.4.3. Memoria a corto plazo**

También conocida como memoria activa, es la capacidad para mantener en mente una pequeña cantidad de información de forma que se encuentre inmediatamente disponible durante un corto periodo de tiempo. La memoria a corto plazo se ocupa de almacenar impresiones momentáneas, automáticamente filtra el material que llega, para que no todo sea procesado y grabado en la memoria a largo plazo. Cuando la memoria a corto plazo se sobrecarga comienza a seleccionar información y en muchas ocasiones deja

escapar el material que se necesita recordar, por tanto, se debe medir la presentación del material a un ritmo apropiado para el alumno.

#### **1.1.4.4. Memoria a largo plazo**

Esta memoria es la que permite almacenar, combinar y utilizar grandes cantidades de conocimiento, la información almacenada en la memoria a largo plazo permanece habitualmente en un estado inactivo o latente, y solo se recuperan fragmentos de información eventualmente cuando se demanda a través de alguna tarea. La memoria a largo plazo se subdivide a su vez:

#### **1.1.4.5. Memoria semántica**

Es un gigantesco almacén de conocimientos organizados, incluye el conocimiento sobre el significado de las palabras, las reglas gramaticales, reglas a resolución de problemas, clasificación de objetos, entre otros. Los contenidos se organizan de acuerdo con principios semánticos y están relativamente desligados de los contenidos episódicos. Es permanente y está menos sujeta a interferencia.

#### **1.1.4.6. Memoria episódica**

Almacena y recupera eventos e información acerca de experiencias personales y sus relaciones espaciotemporales. Los contenidos de este sistema están localizados y ordenados entre sí en el tiempo como en el espacio. Dentro de esta memoria se almacena los recuerdos, y las personas.

### **1.1.5. Constructivismo**

El constructivismo en términos estrictos no es una teoría sino una epistemología o una explicación filosófica acerca de la naturaleza del aprendizaje, este no propone que existan principios del aprendizaje que se deban descubrir y poner a prueba, sino que las personas crean su propio aprendizaje. Es una perspectiva psicológica y filosófica que sostiene que las personas forman o construyen gran parte de lo que aprenden y comprenden. En años recientes el constructivismo comenzó a ser aplicado al proceso enseñanza-aprendizaje, las influencias ambientales como explicaciones del aprendizaje fueron sustituidas por factores humanos. Resalta la interacción de las personas y de las situaciones en la adquisición de conocimiento y perfeccionamiento de las habilidades, contrasta con las teorías del conocimiento que hacen hincapié en la influencia del entorno sobre la persona.

## **2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA EDUCACIÓN**

La educación es un mercado fértil dentro del espacio del conocimiento global, el impacto futuro de las tecnologías de información en las instituciones educativas es clara, está creando un punto de inflexión que afecta todos los cuadrantes. Los educadores pueden redefinir el proceso de enseñanza tomando ventaja de los avances en la inteligencia artificial, la ciencia cognitiva y sacando el máximo provecho de internet.

El poder computacional junto con el bajo precio del hardware resulta en un incremento del uso de la computación en todas las disciplinas académicas, adicionalmente los avances tecnológicos han mejorado el análisis tanto en tiempo real como basado en cómputo de los datos. Los educadores están incorporando nuevas herramientas dentro de los salones de clase para estimular, motivar y ayudar de forma sofisticada a los estudiantes. Mientras tanto los aprendices de todos los niveles han respondido ante los simuladores computacionales para hacer conceptos más atrayentes y menos abstractos, la computación mejora la actitud y el interés de los estudiantes a través de un aprendizaje disfrutable, interactivo y personalizable.

### **2.1. Componentes determinantes en el nuevo paradigma educativo**

Existen tres componentes que conducen el punto de inflexión en la educación y se presentan a continuación:

### **2.1.1. Inteligencia artificial**

La ciencia que construye computadoras para realizar tareas automatizadas, quién lidera un profundo entendimiento acerca del conocimiento especialmente representando y razonando el “cómo hacer”.

### **2.1.2. Ciencia cognitiva**

Quien investiga para entender el comportamiento inteligente de las personas, quien lidera un profundo entendimiento acerca de cómo piensan las personas, como resuelven problemas y aprenden.

### **2.1.3. Internet**

Provee una ilimitada fuente de información, disponible en cualquier momento y en cualquier lugar, actualmente es la principal fuente de información superando por mucho a las antiguas bibliotecas.

## **2.2. Tareas para la implementación**

Las innovaciones generalmente conducen a una secuencia de eventos disruptivos a medida que la sociedad las incorpora. Una innovación generalmente se utiliza para mejorar o realizar de forma más eficiente las prácticas tradicionales, sin embargo, las innovaciones requieren experiencia adicional, gastos y posiblemente algún tipo de cambio legislativo dependiendo del ámbito en el que se desarrolle, porque al inicio la sociedad es resistente a la implementación de algo nuevo, aunque resuelva problemas importantes a largo plazo. Del mismo modo, las innovaciones educativas no son solo fijos o

complementos; ellos requieren que la comunidad educativa piense mucho sobre su misión, organización y voluntad de invertir en el cambio.

## **2.2.1. Tareas computacionales**

El software apoya a los maestros en las aulas e impacta el ambiente de aprendizaje tanto formal como informal para personas de todos los niveles, la creación de un ambiente rico y efectivo para la educación se desarrolla a través de software sofisticado, tecnología IA y comunicación ininterrumpida a través de dispositivos móviles.

### **2.2.1.1. Desarrollo de software**

El antiguo modo de educación en el que los docentes presentan a los estudiantes pequeñas porciones de información ha tenido impacto limitado en niños durante la historia, por ende, también lo tendrá en el futuro, el nuevo modelo educativo se basa en comprender la cognición humana, el aprendizaje y los estilos interactivos, esto ha conllevado a un nuevo desarrollo de software y redes basadas en la nueva pedagogía. Los enfoques innovadores de la educación dependen de los avances en el almacenamiento de métodos y procesos sobre la enseñanza. Los tutores inteligentes usan organizaciones virtuales para colaboración y control compartido, modelos, simulaciones, ha construido sistemas complejos con enfoques interdisciplinarios. El software responde a la motivación y diversidad del alumno; Enseña en varios contextos para todos los estudiantes y aborda muchos objetivos. Los tutores inteligentes incluyen bancos de pruebas para dispositivos móviles y e-learning, trabajo en equipo con tecnología, informática portátil y contextual, asistentes digitales personales conscientes de la ubicación y transmisión web inalámbrica móvil

### **2.2.1.2. Inteligencia artificial**

La visión de la inteligencia artificial para la educación está caracterizada por personalizar la enseñanza, los tutores de inteligencia artificial trabajan de forma distinta con cada estudiante, haciendo posible la colaboración e integra las características cognitivas, afectivas y sociales. Los agentes inteligentes perciben, comunican, miden y responden apropiadamente a cada estudiante. Ellos deben ser capaces de detectar alguna dificultad en el aprendizaje y modificar el contenido con los recursos pedagógicos existentes. Los agentes inteligentes entrenan a los estudiantes y sostienen una colaboración y aprendizaje con ellos. Monitorean a los estudiantes basados en la respuesta de estos. Las técnicas de inteligencia artificial contribuyen al auto mejoramiento de los tutores, los cuales evalúan su misma enseñanza.

### **2.2.1.3. Bases de datos**

La visión de las bases de datos en la educación incluye servidores con librerías digitales de materiales para cada escuela que almacenen lo que profesores y estudiantes creen, así mismo mantener colecciones para cada área en específico. Las librerías son ventanas en un repositorio de contenido mucho más extenso que una sola institución pueda poseer, la minería de datos educacional explora tipos únicos de data cuyo origen es la educación basada en web, se enfoca en algoritmos que a través de data de como los estudiantes trabajan para entenderlos mejor. Esta minería educacional es utilizada para diseñar la toma de decisiones y responder preguntas.



#### **2.2.1.4. Interfaces**

Nuevos paradigmas para el diseño de interfaces minimizan la barrera entre el modelo cognitivo estudiantil de cómo quiere realizar y el entendimiento de la computadora acerca de la tarea del estudiante. La interfaz está optimizada para un aprendizaje efectivo y eficiente. Nuevas técnicas de interacción, modelos descriptivos y predictivos, y teorías de interacción toman nota detallada de, el aprendizaje del estudiante y su desempeño.

#### **2.2.2. Tareas profesionales**

Manejar un punto de inflexión en la educación requiere la total participación de muchos interesados, incluidos profesores y líderes de la industria. Los cambios inevitablemente producen fuerzas tanto constructivas como destructivas. Los cambios tecnológicos no pueden ser evitados, y los interesados deben enfocarse en prepararse para recibirlos. Los cambios en la educación no pueden ser anticipados por cualquier cantidad de planeación.

##### **2.2.2.1. Profesores como líderes tecnológicos**

Los profesores en muchas oportunidades son marginados y limitados a ser pasivos ante los cambios de investigación o tecnología que se han desarrollado para consumo educacional. Los profesores deben participar de forma activa debido a su experiencia son piedras angulares en el desarrollo y en la implementación de las nuevas tecnologías para mejorar la educación.

### **2.2.2.2. Desarrollo profesional del profesorado**

Un desarrollo tecnológico del profesorado está íntimamente ligado con el aumento de los logros del estudiante. Como los profesores utilizan la tecnología es impactado por factores como su edad, la experiencia que tiene en el uso de la computadora, acceso a capacitaciones, percepción del valor de la tecnología, y sus prácticas. Para influenciar fuertemente el profesor debe ser capacitado constantemente, la tecnología es más que una herramienta para el aprendizaje incluida en una reforma educativa.

### **2.2.2.3. Tareas de hardware**

En la actualidad una decente cantidad de salones de clase en USA están conectados a internet, fácilmente alcanzan el 95 % de escuelas. Esta es una gran brecha que debe ser superada en América Latina.

### **2.2.2.4. Tareas de software**

Las instituciones educativas necesitan programas de software que activamente enganchen estudiantes, colaborando con ellos, proveyendo retro alimentación y conectándolos a contextos del mundo real. La meta del software es desarrollar de forma instruccional ambientes sólidos y flexibles.

### **3. MÓDULOS DE UN TUTOR INTELIGENTE**

#### **3.1. Módulo estudiante**

El módulo estudiante dentro de un tutor inteligente observa el comportamiento y crea una representación cualitativa de su conocimiento. Este modelo cuenta parcialmente para el desempeño de los estudiantes, y razona mediante la retroalimentación. Por sí mismo el modelo estudiante logra muy poco, su propósito es proveer conocimiento que es usado para determinar las condiciones para ajustar lo que sea necesario. Brinda data a otros módulos del tutor, particularmente el módulo profesor.

##### **3.1.1. Modelos estudiante**

Los tutores inteligentes están fundados en métodos que permiten inferir y responder al conocimiento del estudiante. Mientras más sepa el tutor acerca del estudiante de forma más precisa puede responder.

##### **3.1.1.1. Modelos de dominio**

Un dominio usualmente se refiere a un área de estudio, y la meta de la mayoría de los tutores inteligentes es enseñar una porción del dominio. Construyendo un modelo de dominio es el primer paso para representar el conocimiento del estudiante, quien debería representar el mismo conocimiento que el modelo y resolver los mismos problemas. Estos modelos son representaciones cualitativas del conocimiento experto en determinada área.

Ellos pueden representar hechos, procedimientos, métodos que los expertos usan para ejecutar tareas o resolver problemas.

### **3.1.1.2. Modelos de capas**

Un modelo de estudiante a menudo es creado como un conjunto de capas de un modelo de dominio. Muchos de los modelos muestran la diferencia entre razonamiento experto y novato, quizás indicando el rango de dominio de los estudiantes en cada tema y que temas del currículo necesitan más trabajo. El conocimiento experto puede ser mostrado en varias formas, incluyendo reglas o planes. Los modelos de capas son bastante fáciles de implementar, una vez el conocimiento ha sido enumerado por una tarea de análisis.

### **3.1.1.3. Modelos de usuario abierto**

Estos modelos reflejan el derecho del alumno a ser controlado e inspeccionado. También llamado participativo, cooperativo, colaborativo y aprendizaje controlado. El modelo de usuario abierto se refiere al conjunto completo de las creencias del tutor sobre el usuario, incluido el modelado del conocimiento del estudiante, así como las preferencias y otros atributos. Otro objetivo es incitar a los estudiantes a reflexionar sobre su conocimiento.

### **3.1.1.4. Problemas durante la construcción de un modelo estudiantil**

Los modelos estudiantiles comúnmente representan el comportamiento del alumno, incluyendo las respuestas, acciones, resultado de acciones, resultados intermedios y protocolos verbales. El comportamiento del estudiante por defecto refleja el conocimiento del estudiante, los modelos estudiantiles son

típicamente cualitativos, que describen objetos y procesos. Un acercamiento más acertado o completo no necesariamente es mejor, debido a que el esfuerzo computacional necesitado para mejorar la exactitud es muy elevado.

### **3.1.2. Representación del conocimiento**

El primer problema que considerar al crear un modelo estudiante es como representar el conocimiento, la representación toma distintas formas, de simples rangos numéricos acerca de cómo un estudiante mejora gradualmente, a redes explicando el conocimiento. Los modelos representan muchos tipos de conocimiento en una gran cantidad de formas. La representación del conocimiento es fundamental para la inteligencia artificial, es una metodología para representar conceptos, dentro de una computadora y proveyendo operaciones eficientes en esos conceptos para que las computadoras puedan razonar acerca de ellos y comiencen a comportarse inteligentemente.

### **3.1.3. Actualización del conocimiento**

El segundo problema es como actualizar la información para inferir el conocimiento actual del estudiante. Reglas de actualización a menudo se basan en comparar las respuestas del alumno con respuestas expertas o secuencias de acciones. Los métodos comparativos son a menudo utilizados, muchos casos el tutor genera modelos de comportamiento defectuoso utilizando reglas mínimamente modificadas para reproducir resultados producidos por un estudiante con conceptos erróneos, esta aproximación es llamada "generación del modelo bug".

#### **3.1.4. Mejorando el rendimiento del tutor**

El último problema que considerar es como mejorar el comportamiento del estudiante. Un profesor humano debe intervenir para esto, los tutores inteligentes efectivos mejoran el aprendizaje humano proveyendo una enseñanza adecuada, los tutores pueden mejorar su enseñanza solo si tienen conocimiento o si cree que es útil para los estudiantes.

### **3.2. Módulo de comunicación**

Después del modelado otra responsabilidad de un tutor inteligente es cómo manejar la comunicación entre estudiantes y tutores. Incluso con el mejor estudiante y conocimiento, un tutor es limitado sin una estrategia de comunicación efectiva. Algunas cosas son más desagradables acerca de una aplicación computacional que una confusa y difícil interfaz o una pésima respuesta. Algunos dispositivos de comunicación son más sencillos de construir que otros, por ejemplo, agentes gráficos y animados son considerados fáciles comparados con construir sistemas de lenguaje natural.

#### **3.2.1. Comunicación y enseñanza**

Buenas habilidades de comunicación son esenciales para las personas que trabajan con otras personas y ciertamente para los profesores. Los profesores usan la comunicación para motivar a los estudiantes, desarrollar conceptos relevantes y entender el conocimiento de los alumnos. Cuando los estudiantes por si mismos desarrollan buenas habilidades de comunicación su participación, pensamiento crítico, y habilidad de expresarse mejoran.

La comunicación en los sistemas de tutores puede aceptar y entender una variedad de respuestas humanas, graficas, diagramas, y formulas algebraicas. La investigación de interfaces inteligentes, computadoras lingüísticas, planeación y visión han resultado en el incremento del razonamiento por las computadoras con los estudiantes. Los tutores inteligentes simulan muchas de las estrategias comunicativas, algunas son derivadas de la cuidadosa observación de los profesores humanos y otras de las oportunidades tecnológicas. Una interfaz computacional tiene un impacto crucial en el aprendizaje, y para muchos usuarios la interfaz es crítica para su interacción. Una interfaz pobremente diseñada puede tener un efecto negativo en todo el proceso de aprendizaje y sustancialmente negativo en cualquier medición del aprendizaje.

### **3.2.2. Comunicación gráfica**

Existen dos tipos predominantes de comunicación gráfica los cuales se presentan a continuación, la comunicación humanos sintéticos y la realidad virtual.

#### **3.2.2.1. Humanos sintéticos**

Son agentes de IA pedagógicos renderizados como caracteres humanos. Debido a que los humanos actualmente conocen como desarrollarse en una conversación cara a cara con personas, los humanos sintéticos permiten que se comuniquen de forma natural sin entrenamiento. Los humanos sintéticos entrenan a los estudiantes en una gran variedad de temas que requieren un juego de rol o trabajar con compañeros. Ellos ayudan a las personas a reconocer situaciones problemáticas y desarrollar un comportamiento objetivo.

### **3.2.2.2. Ambientes de realidad virtual**

La realidad virtual inmersa a los estudiantes en un ambiente gráfico que incluye agentes pedagógicos. Cuando una persona virtual, o una persona pedagógica gráfica, permite que un sistema de realidad virtual habite junto con el estudiante, esto permite la colaboración y comunicación en caminos que son imposibles con tutores incorpóreos. El entrenamiento virtual normalmente incorpora dispositivos que responden a las acciones del alumno usando su cabeza o manos.

### **3.2.3. Inteligencia social**

La inteligencia social se basa en establecer una conexión emocional y social ya que es esencial para el aprendizaje. La respuesta ante las emociones y entenderlas a un nivel profundo y reconociendo su estado de ánimo son componentes básicos de la enseñanza. El nivel de cognición del estudiante es más fácil de medir que su estado de ánimo, los indicadores cognitivos pueden ser conceptualizados y cuantificados. El estado de ánimo ha sido marginado o ignorado de las teorías de aprendizaje.

### **3.2.4. Reconocimiento visual y facial**

A través del reconocimiento facial se puede establecer el estado anímico del estudiante, la sonrisa es asociada con un estado positivo, mientras que expresiones negativas son asociadas a un estado desagradable para el estudiante. El reconocimiento fácil permite reconocer una cantidad de expresiones del alumno, incluyendo disminución del interés, aburrimiento, somnolencia. Las computadoras pueden reconocer emociones utilizando técnicas de refuerzo para clasificar cada cuadro de video de una expresión facial. Primeramente, un modelo genérico del músculo facial corresponde a



diferentes expresiones es identificado. Una vez el sistema ha detectado y clasificado las acciones faciales en una base de datos está capacitada para comprender las reacciones del alumno.

### **3.2.5. Indicadores metabólicos**

Otra aproximación es reconocer las emociones a través de ciertos indicadores metabólicos, el estado del estudiante se ve reflejado en síntomas físicos, latidos de corazón, inflexiones en la voz, movimiento de ojos y del cuerpo. Los indicadores metabólicos son relacionados con agentes pedagógicos capaces de monitorear al estudiante sin tiempo real. Los alumnos son informados de su estado afectivo y en el caso de frustración, por ejemplo, el tutor de forma verbal y gráfica ayuda al estudiante.

### **3.2.6. Evaluación**

La tecnología educativa se evalúa de manera diferente a la enseñanza en el aula o software. La evaluación en el aula busca mostrar mejores resultados de aprendizaje, y la evaluación del software demuestra que el software funciona. Tecnología educativa implica ambos métodos y, sin embargo, incluye pasos adicionales. Implica medir la efectividad y usabilidad de los componentes e identificar varios parámetros, incluidos resultado del aprendizaje y contribución de la teoría del aprendizaje.

#### **3.2.6.1. Principios de la evaluación**

La primera etapa de la evaluación inteligente del tutor es identificar los objetivos de los tutores, quienes pueden enseñar conocimientos, habilidades o procedimientos, o pueden capacitar a los usuarios para operar equipos. Según

la naturaleza del objetivo del tutor, se producirán diferentes resultados de aprendizaje.

#### **3.2.6.1.1. Establecer la meta del tutor**

Algunos objetivos del tutor pueden medirse mediante el seguimiento de la transferencia de habilidades a otros dominios, mejorando la autoeficacia de los estudiantes o modificando la actitud de los estudiantes sobre un dominio. Los tutores operan en una variedad de contextos y pueden afectar de manera diferencial a los estudiantes con mayor o menor aptitud en el dominio. También pueden representar diferentes teorías de aprendizaje y, por lo tanto, medir resultados de aprendizaje distintos. Una evaluación de un tutor cognitivo podría medir las habilidades de procedimiento y registrar la adquisición de habilidades o entendimientos por parte de los estudiantes.

#### **3.2.6.1.2. Metas de la evaluación**

La segunda etapa de la evaluación inteligente del tutor es identificar los objetivos de la evaluación. Las evaluaciones cumplen muchas funciones. Claramente se centran en mejorar el resultado del aprendizaje. Sin embargo, también podrían evaluar una teoría de aprendizaje o medir la previsibilidad de un modelo de estudiante. Esta sección discute objetivos alternativos para la evaluación del tutor, posibles confusiones y tipos de datos que capturan el aprendizaje de los estudiantes.

### **3.2.7. Machine Learning**

Como se estableció previamente, es un campo de las ciencias de la computación que, de acuerdo a Arthur Samuel en 1959, le da a las

computadoras la habilidad de aprender sin ser explícitamente programadas en otras palabras es la idea de que existen algoritmos que pueden brindar hallazgos o conclusiones relevantes obtenidas de un conjunto de datos, sin que el ser humano tenga que escribir instrucciones o códigos para esto.

El propósito del Machine Learning es que las personas y las máquinas trabajen de la mano, al éstas ser capaces de aprender como un humano lo haría. Precisamente esto es lo que hacen los algoritmos, permiten que las máquinas ejecuten tareas, tanto generales como específicas. El principal objetivo de todo aprendizaje es desarrollar la capacidad de generalizar y asociar. Cuando se traduce esto a una máquina o computadora, significa que éstas deberían poder desempeñarse con precisión y exactitud, tanto en tareas familiares, como en actividades nuevas o imprevistas.



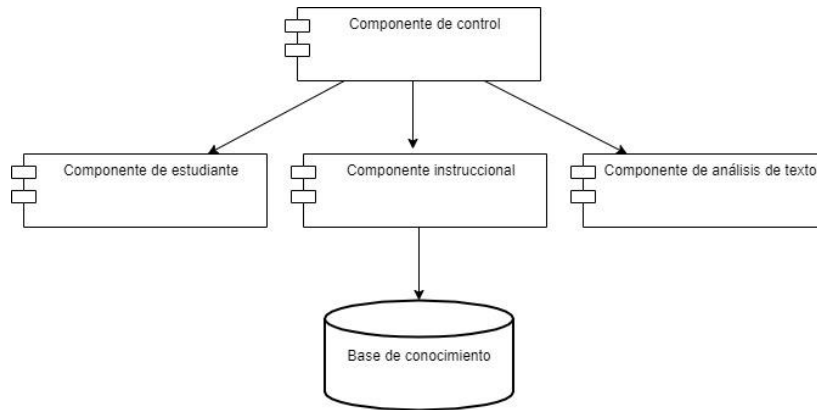
## **4. ARQUITECTURA DE UN TUTOR INTELIGENTE**

A través de los capítulos anteriores se analizaron los distintos componentes que se necesitan para llevar a cabo el desarrollo de un sistema de tutor inteligente, en el presente se ofrece una base de conocimiento con la cual se puede dar inicio al análisis de la posibilidad de implementación del sistema para los estudiantes de los cursos de Organización de Lenguajes y Compiladores 1 y 2 de la Escuela de Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala.

### **4.1. Arquitectura del sistema**

Los componentes se caracterizan por estar separados el uno del otro permitiendo la posibilidad de aplicar cualquier modificación en uno de los componentes sin aplicar modificaciones en los demás. A diferencia de otras arquitecturas donde los componentes están íntimamente relacionados entre sí en una sola estructura que hace que sea difícil aplicar cualquier modificación requerida.

Figura 1. **Arquitectura general del sistema**



Fuente: elaboración propia, empleando Diagrams.net 2020.

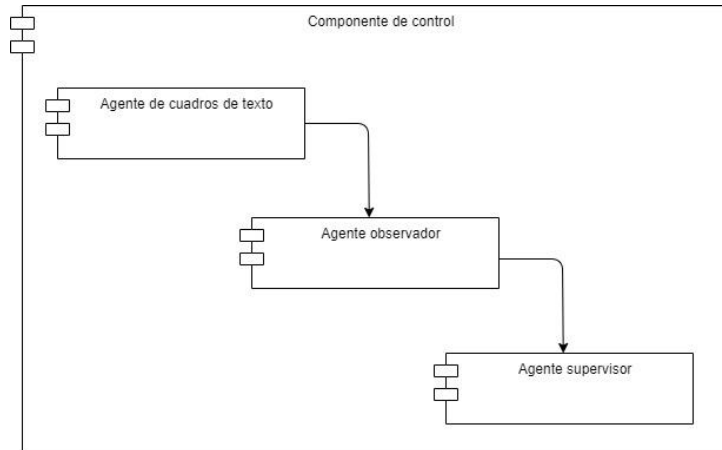
#### **4.1.1. Interfaz**

La interfaz de usuario modelo es responsable de conectar el usuario con el sistema a través de un diseño gráfico que permite a los alumnos interactuar con el programa. La interfaz debe estar diseñada para satisfacer las necesidades de los alumnos, a través de las cual se pueden hacer preguntas y se puede obtener información. Las señales de orientación, advertencia o corrección deben estar disponibles. Esto quiere decir que la interfaz debe ser simple y fácil de acceder en muy poco tiempo y sin esfuerzo, debe ser fácil de usar.

#### **4.1.2. Componente de control**

Es un grupo de agentes inteligentes los cuales controlan la interacción con otros agentes y el sistema operativo.

Figura 2. **Arquitectura componente de control**



Fuente: elaboración propia, empleando Diagrams.net 2020.

#### 4.1.2.1. **Agente de cuadros de texto**

Permite a los estudiantes ingresar sus respuestas en forma de oración. El agente observador toma la oración del agente tutor y lo envía al agente procesador de lenguaje natural, al mismo tiempo éste envía la oración al agente de semántica parcial el cual analiza la oración y envía el resultado al agente supervisor lo pasa al agente lógico para análisis. El agente de cuadros de texto puede ser utilizado también para dialogar con el tutor. Los estudiantes usan los cuadros de texto para ingresar preguntas, respuestas, o solicitudes de información al tutor. El agente de cuadros de texto responderá mostrando la información requerida.

#### **4.1.2.2. Agente supervisor**

El tutor inteligente estará diseñado para ser un sistema de paso de mensajes. El supervisor delegará tareas a diferentes agentes. Por ejemplo, el agente supervisor podría tomar una página web y enviarla al agente observador para procesamiento. Este interactúa con el resto de los agentes.

#### **4.1.2.3. Agente observador**

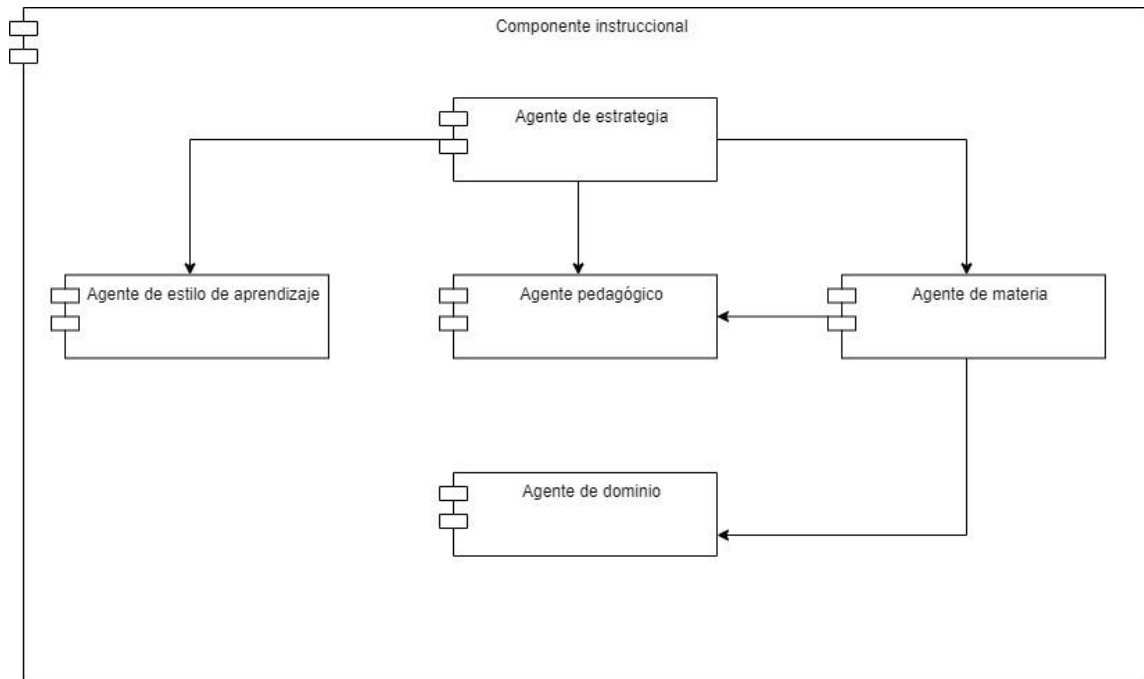
Monitorea el comportamiento de los estudiantes manteniendo un récord de como ellos interactúan con el sistema y reportándolo al agente supervisor. El agente observador podría obtener la data de los usuarios a través de los cuadros de texto y enviar esta data al agente supervisor.

#### **4.1.3. Componente instruccional**

En este componente se encuentra un grupo de agentes los cuales sirven a los aspectos instruccionales de un sistema de tutor inteligente.



Figura 3. **Arquitectura componente instruccional**



Fuente: elaboración propia, empleando Diagrams.net 2020.

#### **4.1.3.1. Agente de dominio**

El dominio es la materia a la cual pertenece el tema que el tutor está enseñando en un determinado momento. Determina el contenido que será presentado. Si una página de internet es usar su relevancia se determina por el contenido al ser analizada con base al conocimiento almacenado por el sistema.

#### **4.1.3.2. Agente de estilo de aprendizaje**

Este agente será llamado para evaluar apropiadamente la información para determinar el estilo de aprendizaje del estudiante. El resultado de esta

evaluación será usado para determinar si el estudiante es posicionado en un modo de aprendizaje auto dirigido o en un modo dirigido por el tutor. Una vez el estudiante ha completado las tareas asignadas por el tutor, podrá elegir el modo auto dirigido. Las tareas pueden ser desde leer un texto de una página de internet o resolver un cuestionario.

#### **4.1.3.3. Agente pedagógico**

El agente pedagógico es responsable por el aprendizaje del estudiante mientras está en modalidad tutor. Este agente configura cada lección para presentar al estudiante a través del agente de materia, además configura las metas y objetivos para el estudiante. Adicionalmente evalúa el progreso del estudiante para determinar si está cumpliendo las metas y objetivos. Esta evaluación puede ser realizada a través de distintos ejercicios consistiendo en preguntas de verdadero y falso, múltiples, y respuestas cortas de una oración. El sistema puede monitorear que paginas el estudiante está viendo.

Este agente puede establecer el estilo de aprendizaje como dirigido por el agente de estrategia, si el agente de estrategia indica que el estudiante puede progresar al siguiente nivel puede dirigir el agente pedagógico para seleccionar una nueva metería y pasarla al agente de materia. El agente pedagógico también es responsable de evaluar los conceptos que tuvo que haber aprendido. Ejercicios adaptativos pueden ser utilizados, un ejemplo puede ser un conjunto de preguntas aleatoriamente generadas por el sistema, si el estudiante contesta puede ir subiendo el nivel de dificultad. El estudiante que falla al responder puede obtener preguntas más sencillas dando la oportunidad de asegurarse que aprenda los conceptos más básicos.

#### **4.1.3.4. Agente de estrategia**

El agente de estrategia es responsable de determinar si el estudiante es apto para realizar una tarea particular basado en el rendimiento del estudiante. Si el agente de estrategia determina que el estudiante la puede realizar, entonces se le permite continuar con la lección utilizando la estrategia definida por el agente. Si el agente de estrategia determina que el estudiante no puede realizar la tarea entonces se evaluará la información del estudiante y se enviará al agente de semántica parcial para análisis y recomendaciones.

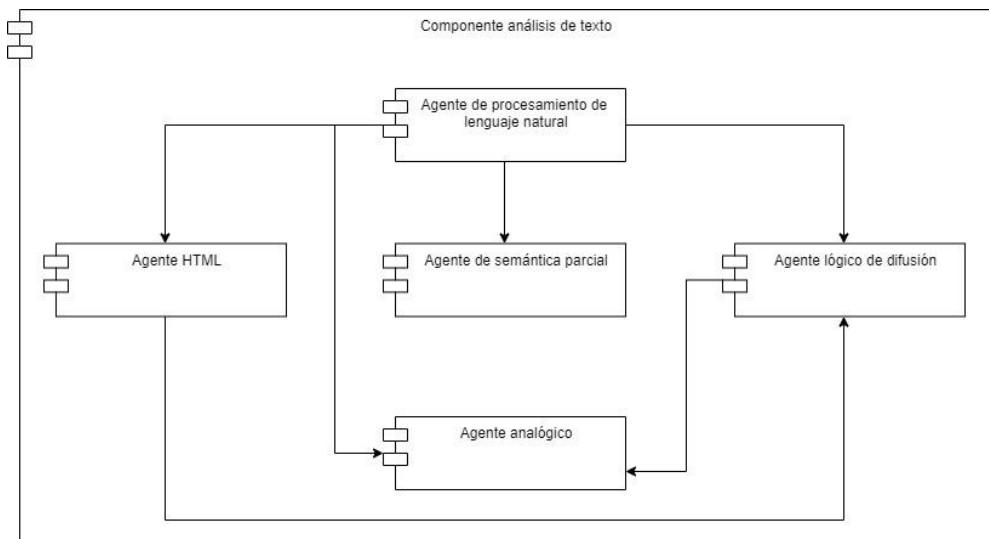
#### **4.1.3.5. Agente de materia**

Es responsable del contenido de la lección. Creará listas de metas para el estudiante y proveerá datos al agente observador. Una vez que el estudiante está en modo auto dirigido, el agente de materia presentará las lecciones al estudiante. El estudiante es libre de elegir que temas desea aprender cuando lo desea. Durante esta fase el agente observador vigilará el progreso del estudiante y pasará la información al agente supervisor quién entonces enviará esto al agente de estrategia para evaluación. Si el estudiante está teniendo dificultades con las lecciones entonces el agente de estrategia será consultado. Posterior a esto el agente de materia evaluará la información y se le darán recomendaciones al estudiante respecto a la lección. También será consultado cuando el estudiante solicite apoyo. Si el estudiante tiene dificultades en una lección también proveerá explicaciones acerca del tema, si está en modo auto dirigido.

#### 4.1.4. Componente de análisis de texto

Un conjunto de agentes quienes analizan la sintaxis y semántica parciales del texto en la sesión de aprendizaje.

Figura 4. **Arquitectura del componente de análisis de texto**



Fuente: elaboración propia, empleando Diagrams.net 2020.

##### 4.1.4.1. Agente analógico

Será utilizado para hacer analogías para ayudar a explicar el tema que se está impartiendo en determinado momento. Esta función ayudará a los estudiantes a resolver ciertas dudas mediante explicaciones que se acoplen al nivel de aprendizaje para simplificar la transmisión de conocimiento.

#### **4.1.4.2. Agente lógico de difusión**

Si el estudiante responde una pregunta en el agente de cuadros de texto, la respuesta será entonces pasada al agente de procesamiento de lenguaje natural. Para entender mejor el proceso de racionalización del estudiante, la información apropiada será pasada al agente lógico de difusión. La razón de inclusión de este agente es aquella información del curso que podría no proveer una imagen clara del aprendizaje del estudiante. Este agente puede ayudar al agente de procesamiento de lenguaje natural a comprender el comportamiento del estudiante y evaluar de mejor manera el progreso.

#### **4.1.4.3. Agente HTML**

Un documento HTML contiene etiquetas que son utilizadas para formatear texto, hipervínculos, imágenes y texto. El contenido entre estas etiquetas es utilizado para saber de qué habla el documento. El agente remueve estas etiquetas de la página de internet y guarda el texto plano en un archivo que será utilizado para otros agentes. Este agente también identifica y cataloga cada oración de la página para un uso futuro.

#### **4.1.4.4. Procesamiento de lenguaje natural**

Es utilizado para facilitar la comunicación en la forma de un flujo de dialogo o conversaciones entre el sistema, el estudiante y otros métodos de entrada como páginas web que serán mostradas en el navegador y utilizadas por el estudiante. El agente de procesamiento de lenguaje natural determina el contenido de la página que será mostrada, y analiza semánticamente el texto en base al conocimiento.

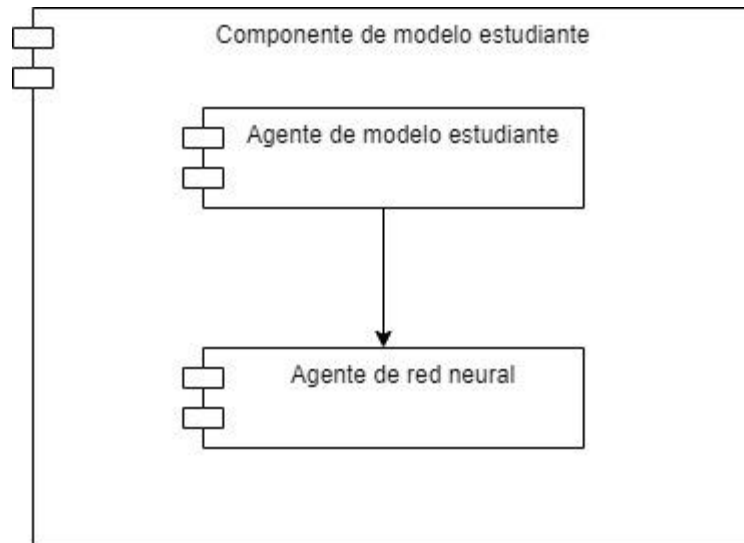
#### 4.1.4.5. Agente de semántica parcial

Una técnica de *parsing* es un método de analizar una oración para determinar su estructura gramatical. Este agente analiza oraciones de un archivo que contiene el contenido de la materia o lección actual. Esta información se acumulará de páginas de internet y de preguntas o textos que el estudiante ingrese.

#### 4.1.5. Componente modelo estudiante

Agentes a los cuales concierne analizar el progreso de un estudiante y determinar el mejor modelo de aprendizaje.

Figura 5. **Arquitectura del componente modelo estudiante**



Fuente: elaboración propia, empleando Diagrams.net 2020.

#### **4.1.5.1. Agente red neural**

Las redes neurales o neuronal han sido diseñadas para ser entrenados utilizando aprendizaje inductivo. El aprendizaje inductivo puede ser aplicado para aprendizaje incremental. Este agente determina los patrones de comportamiento del estudiante, recibe data respecto al desempeño del alumno y construye un modelo del conocimiento del estudiante utilizando un algoritmo inductivo. Además, el agente de red neural será invocado para interpretar la data y hacer recomendaciones basada en sus hallazgos, también recibe retroalimentación del agente supervisor de su interpretación para aprender más del estudiante, adicionalmente los agentes lógicos de difusión y de red neural, ambos juegan un rol en el modelado del conocimiento de estudiante. El modelo estudiante puede utilizarse para obtener data y enviarla a la red neuronal para determinar los patrones de conocimiento.

#### **4.1.5.2. Agente modelo estudiante**

Interpretará el comportamiento del estudiante. El modelo estudiante contendrá información acerca del estilo de aprendizaje, el agente de red neuronal será llamada por este agente para interpretar la data que se ha adquirido por el sistema.

#### **4.1.6. Base de conocimiento**

Como su nombre lo indica este componente será el encargado de almacenar la información que los profesionales han brindado para nutrir el sistema, es una gran base de datos de información catalogada por temas y con distinto material didáctico para el uso del estudiante, esto implica, material audio visual, ejercicios resueltos, entre otros. Debido a la naturaleza de la información

almacenada se recomienda el uso de bases de datos NoSQL para el manejo de la data la cual debe ser indexada según los parámetros más solicitados por los alumnos.



## **5. ANÁLISIS DE POTENCIALIDAD DE LA HERRAMIENTA**

### **5.1. Definición del problema**

Durante el desarrollo de la carrera Ingeniería en Ciencias y Sistemas en la Universidad de San Carlos de Guatemala se observó que los alumnos presentan dificultad en el momento de comprender algunos temas de los cursos que abarca la carrera, debido a diversos factores que afectan tales como:

- Docente con conocimiento profesional, pero sin vocación para transmitirlo a sus alumnos el conocimiento.
- Docentes que no se capacitan y actualizan sobre metodologías, técnicas y estrategias adecuadas para impartir los cursos (andragogía), y el anclaje del conocimiento no se establece en el alumno.
- Inasistencia de los docentes.
- Alumnos que laboran y no asisten regularmente a clases.
- Extenso contenido y poco tiempo para desarrollarlo.
- Factores externos como cierres de la casa de estudios.

Si bien existen en la actualidad herramientas como video tutoriales, documentos, blogs, o foros donde los alumnos pueden consultar información, muchas veces no está orientado a la forma en la que el catedrático evalúa los temas o no abarcan ciertas características muy puntuales que se evalúan durante el curso, y es necesario que exista un medio por el cual los catedráticos puedan transmitir el conocimiento creando anclaje del mismo y que sea significativo para el desarrollo profesional de esa forma sea eficiente para el aprendizaje del alumno.

Todos estos factores afectan el desempeño de los estudiantes durante la carrera, siendo obstáculos para aprobar los cursos y cumplir con la meta de graduarse para ser un profesional con capacidades, habilidades y destreza competente en el desarrollo de actividades.

## **5.2. Delimitación del problema**

Para el presente trabajo de investigación se estarán tomando únicamente en cuenta los cursos de Organización de lenguajes y compiladores 1 y 2, debido a que son los cursos con mayor población estudiantil y así mismo con mayor tasa de repitencia, por tanto, se considera un escenario óptimo para realizar el estudio.

## **5.3. Enunciado del problema**

Existe relación estadísticamente significativa entre la falta de comprensión y repitencia de los cursos Sistemas de Lenguajes y Compiladores 1 y 2 de la carrera de ingeniería en sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la implementación de un sistema tutor con inteligencia artificial, que pueda ser desarrollado por docentes y alumnos en beneficio de los estudiantes que cursen dichas materias.

## **5.4. Sistematización del problema**

- ¿Afecta que los docentes no apliquen metodologías de enseñanza-aprendizaje para la comprensión adecuada de los estudiantes de los cursos de Compiladores 1 y 2?

- ¿Afectan los factores externos (cierres de la universidad, huelgas, entre otros), afectan en la comprensión y repitencia de los estudiantes de los cursos de Compiladores 1 y 2?
- ¿La falta de una metodología adecuada en la impartición de los cursos anteriores influye en que el alumno no posea un conocimiento base para los cursos de compiladores 1 y 2?

## **5.5. Variables dependientes e independientes**

A continuación, se describen las variables.

### **5.5.1. Variable dependiente**

Falta de comprensión de los temas durante el desarrollo del contenido de los cursos de Organización de Lenguajes y Compiladores 2.

### **5.5.2. Variable independiente**

La viabilidad de desarrollo e implantación de un tutor con inteligencia artificial como herramienta para la mejor comprensión de los contenidos en los cursos de Organización de Lenguajes y Compiladores2.

## **5.6. Conceptualización de las variables**

A continuación, se detalla la conceptualización de las variables.

### **5.6.1. Comprensión**

Los estudiantes que reciben información vaga o confusa podrían malinterpretarla o relacionarla con un contexto erróneo. Es necesario que los profesores presenten información clara y concisa, y que se aseguren de que los alumnos tengan información antecedente adecuada para crear redes y esquemas.

### **5.6.2. Viabilidad de desarrollo de un proyecto**

Examinar la rentabilidad del enfoque seleccionado. Inicia con un análisis del costo total estimado del proyecto. Se calcula también el coste de otras alternativas, aparte de la solución recomendada, con el fin de ofrecer una comparación económica. Conviene completarla con un programa de proyecto que muestre la ruta del proyecto y las fechas de inicio y de final de las actividades en conjunto. Culmina con el cálculo del coste total, aspecto esencial para poder determinar la viabilidad de un proyecto. A este cálculo hay que añadirle un resumen de los costos y una evaluación en base a un análisis de costo - beneficio y de la rentabilidad de la inversión.

## **5.7. Operacionalización de variables**

Se detallan a continuación, la operacionalización de variables.

### **5.7.1. Variable dependiente**

Medida a través de encuesta donde el alumno tuvo la oportunidad de exponer las dificultades que ha tenido a través del desarrollo de los cursos de compiladores 1 y 2, donde contenidos han quedado sin comprensión

provocando en muchas ocasiones reprobar dichas materias, en adición se analizan los resultados de un primer examen parcial de ambos cursos para contemplar el rendimiento de los estudiantes.

### **5.7.2. Variable independiente**

Medida a través de encuesta donde alumnos y catedráticos expresaron si consideran posible la creación de la herramienta, y de serlo el apoyo en la implementación y uso como un soporte para el desarrollo de los contenidos.

## **5.8. Método**

A continuación, se destalla el método.

### **5.8.1. Sujetos**

La presente investigación hace referencia a 59 alumnos pertenecientes a los cursos de Organización de Lenguajes y Compiladores 1 y 2 impartidos por la Escuela de Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, la cual es una muestra poblacional del 12% de la población estudiantil actual, se menciona los catedráticos como parte importante de la solución a la problemática tomando a 7 catedráticos de la Escuela de Ciencias y Sistemas quienes representan una muestra poblacional del 15 % de la población de profesionales.

### **5.8.2. Definición de instrumentos**

A continuación, de describen los instrumentos a utilizar.

### 5.8.2.1. Encuesta a estudiantes

A través de esta encuesta se solicitó a los alumnos información acerca de las principales causas del bajo desempeño en los cursos de Organización de Lenguajes de Compiladores 1 y 2, por ello el objetivo principal de esta encuesta fueron los estudiantes de los cursos mencionados. Se cuestionó la posible colaboración en el desarrollo de la herramienta, si consideran la herramienta como una solución a la problemática, su opinión respecto a la factibilidad de la implementación del proyecto y por supuesto se requiere saber si utilizarían dicha herramienta. A continuación, se listan los resultados para los estudiantes.

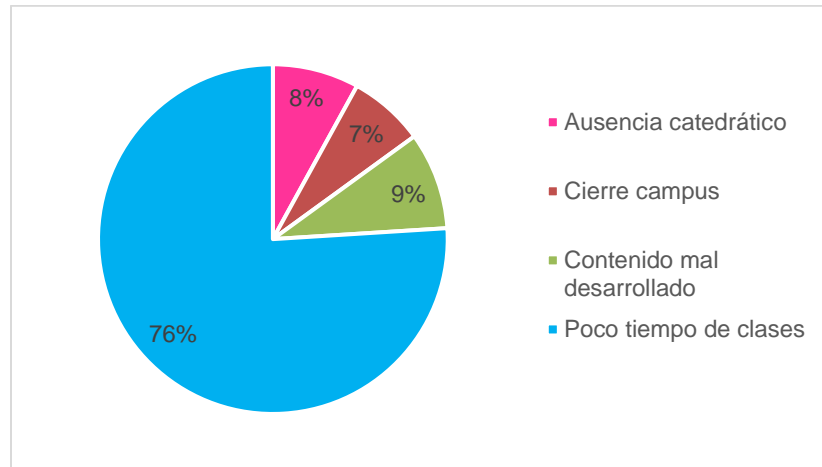
- ¿Cuál de los siguientes casos considera que ha afectado más el desarrollo de las clases y/o laboratorios a lo largo de su carrera en la USAC?

Tabla I. **Problemáticas para el desarrollo de los cursos**

<b>Respuesta</b>	<b>Cantidad</b>
Ausencia de los catedráticos en algún momento	4
Cierre del campus central	5
El contenido de la clase y/o laboratorio no es desarrollado con metodología adecuada para su correcta comprensión	45
Poco tiempo para el desarrollo del curso	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Problemáticas para el desarrollo de los cursos**



Fuente: elaboración propia.

Al analizar los datos anteriormente presentados se puede observar que el 76,27 % de los estudiantes considera que el desarrollo del curso está mal estructurado y mal llevado a cabo por los catedráticos, mientras que en una el 8,47 % opinan que la casa de estudios por diversos motivos ha cerrado sus puertas afectando el desarrollo de los semestres con normalidad, mientras tanto otro 8,47 % piensa que el tiempo durante un semestre regular no es suficiente para cubrir todos los puntos del programa, finalmente 6,77 % hace referencia a la inasistencia de los catedráticos.

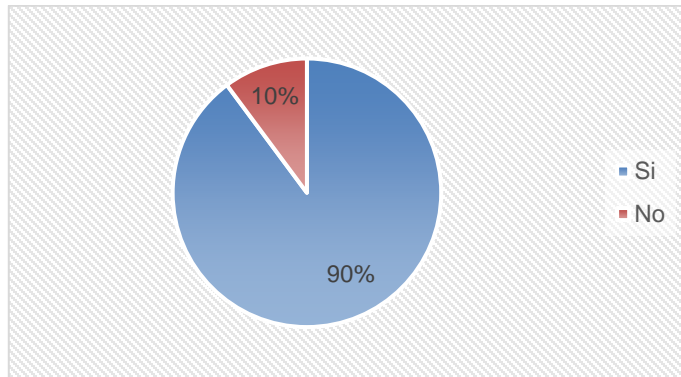
- ¿Cree que una herramienta pedagógica con inteligencia artificial pueda ser de utilidad para mejorar el desarrollo de los cursos?

Tabla II. **Implantación de herramienta pedagógica**

Respuesta	Cantidad
Si	53
No	6

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Implantación de herramienta pedagógica**



Fuente: elaboración propia.

El 89 % de los estudiantes consideran que una nueva herramienta con inteligencia artificial puede ayudarlos a comprender los temas que se dificultan en el desarrollo del contenido, o a complementar información en caso de que no se haya cubierto en su totalidad el tema, mientras que el otro 11 % opina que este tipo de herramienta no es la solución a la problemática.

- ¿Usted como estudiante colaboraría en la realización de una herramienta pedagógica con inteligencia artificial, con el propósito de apoyar a sus compañeros?

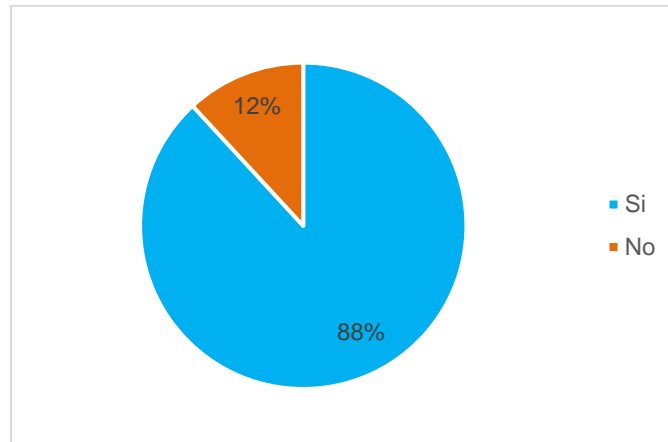
Tabla III. **Participación en la elaboración**

Respuesta	Cantidad
Si	52
No	7

Fuente: elaboración propia.



Figura 8. **Participación en la elaboración**



Fuente: elaboración propia.

El 88 % de los estudiantes colaborarían en el desarrollo e implementación de una herramienta con inteligencia artificial para brindar apoyo a los actuales y futuros estudiantes, mientras tanto el 12 % restante no está interesado en participar en el proyecto, si se recompensara al estudiante con créditos extra o alguna motivación adicional en el ámbito académico más estudiantes se unirían.

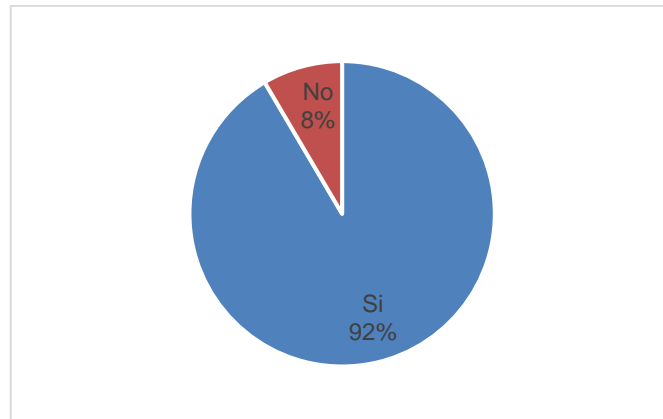
- ¿Utilizaría una herramienta pedagógica con inteligencia artificial para ampliar el conocimiento en los cursos?

Tabla IV. **Utilización de la herramienta**

Respuesta	Cantidad
Si	54
No	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Utilización de la herramienta**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el 92 % de los estudiantes utilizarán la herramienta que se propone para completar el desarrollo de los cursos a lo largo de su carrera, mientras tanto el otro 8 % es renuente, sin embargo, a través de una recomendación por parte de otros estudiantes podría alcanzarse a más alumnos.

Durante el período que la encuesta estuvo abierta la participación del cuerpo estudiantil fue mínima, la encuesta fue reenviada por medio del administrador del sistema para estudiantes de ciencias y sistemas (DTT), a cada uno de los alumnos registrados actualmente en él siendo estos 4 616 estudiantes, mientras que en la encuesta se obtuvo un total de 146 respuestas, de las cuales incluso se filtró para enfocar la investigación en los dos cursos con más estudiantes, esto representa una mínima parte de los estudiantes que tuvieron interés en la encuesta y así mismo refleja el apoyo que se obtendría en caso comenzar este proyecto.

Cabe mencionar que los estudiantes se ven motivados a través de créditos académicos, pero por lo general la administración de la escuela no brinda ningún tipo de beneficio adicional de ninguna índole, y afecta directamente la participación de los estudiantes.

### 5.8.2.2. Encuesta a catedráticos

A través de ella se solicitó información a todos los profesionales que laboran como catedráticos en la escuela de sistemas acerca de las principales causas por las cuales es complicado cubrir los contenidos de los cursos y que los alumnos comprendan en su totalidad estos. También se cuestionó si desde su perspectiva profesional es posible la implementación de la herramienta, si la utilizarasen como un apoyo para sus estudiantes y si colaborasen en el desarrollo de esta. A continuación, se listan los resultados de los catedráticos.

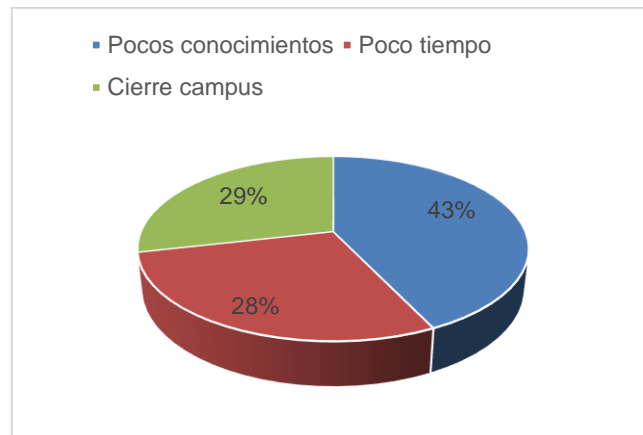
- ¿Cómo catedrático cuál de los siguientes factores considera que más afecta el desarrollo de los cursos?

Tabla V. Factores que afectan el desarrollo de cursos

Respuesta	Cantidad
Los estudiantes no poseen los conocimientos necesarios para comprender el contenido	3
Poco tiempo para el desarrollo del contenido	2
Cierre del campus central	2

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Factores que afectan el desarrollo de cursos**



Fuente: elaboración propia.

A través de los datos anteriores se puede observar claramente que el 43 % de los catedráticos piensan que el estudiante no tiene las bases necesarias para proseguir con los cursos del pensum, el 28,6 % atribuye la problemática a los constantes cierres del campus central, mientras que el otro 28,6 % cree que el tiempo de un semestre regular no es suficiente para cubrir el programa.

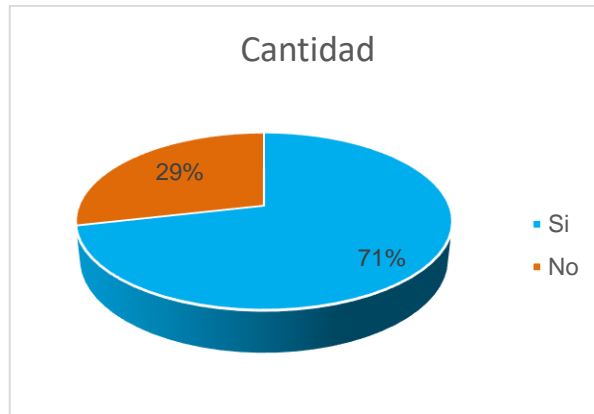
- ¿Cree que una herramienta pedagógica con inteligencia artificial pueda ser de utilidad para mejorar el desarrollo de los cursos?

Tabla VI. **Implantación de la herramienta**

Respuesta	Cantidad
Si	5
No	2

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Implantación de la herramienta**



Fuente: elaboración propia.

El 71 % de los catedráticos considera que es viable la implementación de una herramienta pedagógica, sin embargo, el 29 % restante debe considerar los recursos tecnológicos y financieros de la implementación por lo que votaron en contra, cabe mencionar que un proyecto de esta envergadura requiere apoyo por parte del cuerpo de catedráticos y por supuesto, autorización por parte de la Escuela de Ciencias y Sistemas.

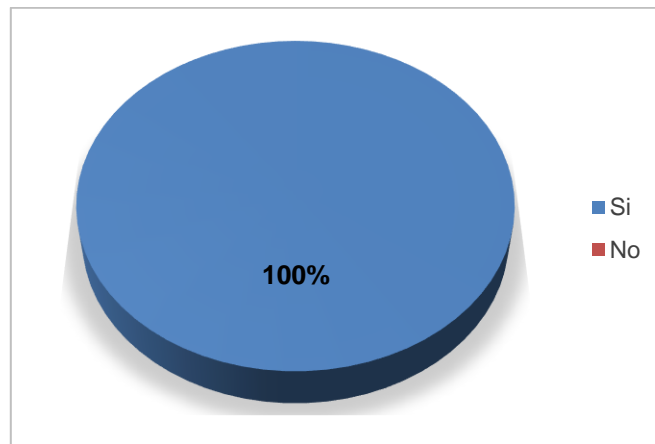
- ¿Utilizaría una herramienta pedagógica con inteligencia artificial para ampliar el conocimiento en los cursos?

Tabla VII. **Utilización por catedráticos**

Respuesta	Cantidad
Si	7
No	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Utilización por catedráticos**



Fuente: elaboración propia.

El 100 % de los profesores consideran que un sistema tutor inteligente es una forma de mejorar el desarrollo de los contenidos porque el estudiante puede consultar en cualquier momento temas que no se pudieron cubrir en su totalidad por cualquier motivo, o que no comprendió en su momento, además que los catedráticos saben que pueden apoyarse en ella para mejorar la calidad de educación.

La encuesta hacia los catedráticos contenía preguntas relacionadas al rendimiento de los estudiantes y las causas que ellos creían eran las que afectaban el desarrollo de los temas, la mayoría de los catedráticos aseguró que el alumno no posee los conocimientos previos necesarios para comprender temas más avanzados, así mismo aseguraron apoyar un proyecto como el que se plantea en la presente investigación, sin embargo la participación total del cuerpo docente fue sin duda baja, habiendo un total de 47 catedráticos en la escuela, únicamente 7 contestaron la encuesta, esto indica el poco interés que el cuerpo de catedráticos presenta en las iniciativas presentadas.

Los catedráticos que contestaron en su mayoría aseguran brindar su conocimiento al proyecto, y este es insuficiente para poderlo llevar a cabo, adicionalmente a esto cabe mencionar que la Escuela de Ciencias y Sistemas es la que posee el menor presupuesto para su funcionamiento en la facultad, y no permite realizar inversiones fuertes para proyectos que no sean una necesidad primaria.

### **5.8.2.3. Registro notas compiladores 1**

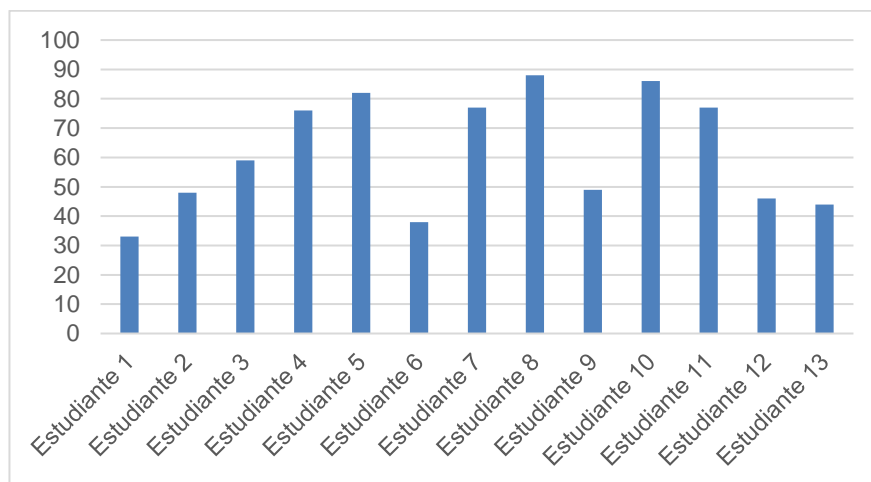
Se analiza un registro de notas del primer examen parcial del curso mencionado para esclarecer el grado de comprensión del contenido que poseen los alumnos, el cual se ve reflejado tanto en las notas como en la asistencia a dicho parcial. Según el registro de notas del primer examen parcial, hay un total de 55 estudiantes asignados al sistema DTT, de estos únicamente asistieron 13 estudiantes, porque los demás se ausentaron desde el inicio a las evaluaciones del curso lo cual podría indicar la poca confianza que poseen en su conocimiento como para someterse a una prueba, otra razón que podría justificar este suceso es la entrega de proyectos de distintos cursos.

Tabla VIII. **Resultados compiladores 1**

Nombre	Nota
Estudiante 1	33
Estudiante 2	48
Estudiante 3	59
Estudiante 4	76
Estudiante 5	82
Estudiante 6	38
Estudiante 7	77
Estudiante 8	88
Estudiante 9	49
Estudiante 10	86
Estudiante 11	77
Estudiante 12	46
Estudiante 13	44

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Distribución notas compiladores 1**



Fuente: elaboración propia.



El promedio de los estudiantes para la primera evaluación parcial es de 61,7 puntos, y apenas es lo suficiente para aprobar, sin embargo, en este cálculo no se está tomando en cuenta la cantidad de personas que decidieron retirarse del curso de forma prematura, porque decidieron realizarse una reposición de parcial, o que decidieron solamente dedicarse al laboratorio.

#### 5.8.2.4. Registro notas compiladores 2

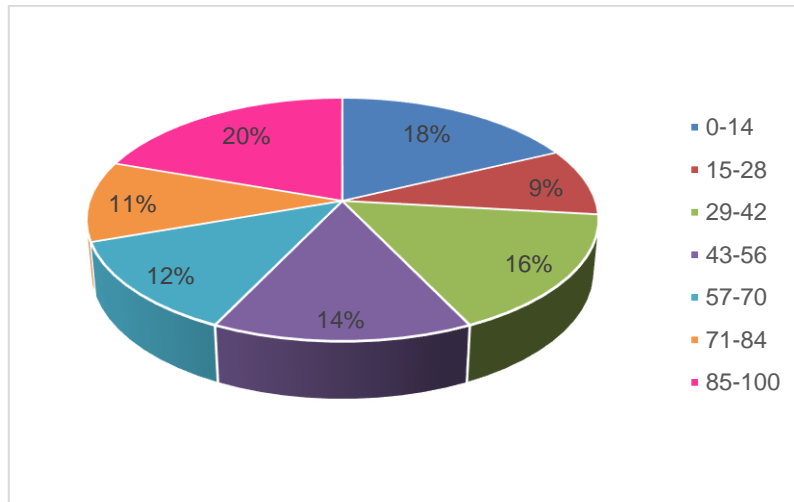
Se analiza un registro de notas del primer examen parcial del curso mencionado para esclarecer el grado de comprensión del contenido que poseen los alumnos, y este se ve reflejado tanto en las notas como en la asistencia a dicho parcial. Según el registro de notas del primer examen parcial, hay un total de 76 estudiantes asignados al sistema DTT, de los cuales únicamente asistieron 56 estudiantes al igual que en la observación anterior existieron estudiantes que decidieron retirarse del curso desde un inicio, para este caso el promedio sin tomar en cuenta los alumnos ausentes es de 50,17 puntos, y no es suficiente para aprobar, cabe mencionar la presencia de notas inferiores a 30 puntos en los parciales, que evidencia el poco dominio de los temas que los alumnos pueden llegar a poseer.

Tabla IX. Resultados compiladores 2

Rango de notas (puntos)	Cantidad de alumnos
0-14	10
15-28	5
29-42	9
43-56	8
57-70	7
71-84	6
85-100	11

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Distribución notas compiladores 2**



Fuente: elaboración propia.

Después de haber realizado el desarrollo de la investigación acerca del tema "Inteligencia artificial como herramienta didáctica para los alumnos de ciencias y sistemas", orientada para este estudio hacia los alumnos de los cursos de Compiladores 1 y 2 de la Universidad San Carlos de Guatemala se obtuvieron los factores por los cuales se considera necesaria la implementación de un sistema pedagógico como soporte para los estudiantes. Como variable dependiente se enmarca el rendimiento de los estudiantes a lo largo de la carrera en distintos cursos, los cuales muestran altas tasas de repitencia debido a la falta de conocimiento y comprensión que los estudiantes presentan, mientras tanto como variable independiente se plantea una herramienta como soporte para mejorar la comprensión y desarrollo de los contenidos.

La Hipótesis general enmarco un escenario donde los alumnos mejoran a través del uso de la herramienta didáctica con inteligencia artificial, la Hipótesis alterna indica que la implementación del tutor con inteligencia artificial es viable

en las circunstancias actuales contando con el apoyo de los estudiantes, catedráticos y autoridades, mientras que la Hipótesis nula indica que no es posible la realización de un proyecto como esto debido al escenario de la Escuela de Ciencias y Sistemas.

En el desarrollo de este trabajo de investigación se hace énfasis en los módulos necesario para llevar a cabo una herramienta de esta índole, no solamente tocando los temas de arquitectura, bases de datos, tecnologías necesarias, sino también aplicando conocimientos pedagógicos que permitan diseñar de forma adecuada un conjunto de conocimientos que sean aptos para el aprendizaje y mejoren la comprensión.

Actualmente los estudiantes se enfrentan a distintas dificultades para concluir sus estudios, debido a la naturaleza pública de la universidad muchos de los estudiantes son personas con compromisos laborales y familiares que no les permiten concentrarse en la totalidad a sus estudios, llegando a cierto punto de la carrera, evitando de esta forma su asistencia regular a las clases, se mencionó también que en muchas oportunidades los catedráticos no cuentan con la metodología adecuada para que el alumno comprenda los temas y de esta forma pueda aprobar los cursos.

Según la muestra poblacional, los estudiantes afirman que una herramienta pedagógica con inteligencia artificial sería beneficiosa para ellos durante el desarrollo de la carrera y la utilizarían para mejorar el desempeño académico que tienen, adicionalmente afirman que un proyecto como este contaría con su apoyo para la realización, sin embargo existe un factor importante y es la participación del cuerpo estudiantil a la encuesta que se realizó, si bien se obtuvo una cantidad de datos aceptable, la participación no fue del 100 % de los alumnos.

A través del sistema de encuestas, se logró obtener respuesta de los catedráticos, quienes en su mayoría aseguraban que la herramienta les sería de utilidad para el desarrollo de los contenidos, sin embargo también expresaron que no apoyarían la creación del proyecto o incluso que la Escuela de Ciencias y Sistemas no cuenta con los medios económicos y tecnológicos para desarrollar un proyecto de esta índole, cabe mencionar que la participación de los catedráticos fue mínima ya que el propósito original de esto era analizar la población total, pero debido a la poca participación se utilizó un modelo de muestra poblacional.

## **5.9. Panorama en la actualidad**

Durante el planteamiento del presente trabajo se mencionan distintos motivos por lo cual una herramienta de tutoría inteligente sería funcional para la casa de estudios, sobre todo evaluando los conflictos que la universidad suele tener y por el espíritu de lucha que posee el estudiantado donde tomar la casa de estudios es una medida usual para hacerse escuchar, la poca preparación pedagógica de los catedráticos y las dificultades de horario de los estudiantes, sin embargo bajo ningún punto de vista se previó una pandemia global como es el COVID-19, que planteó un cambio drástico en la educación donde el modelo a seguir es remoto, las clases presenciales por tiempo indefinido son inviables y las distintas instituciones incluidas la universidad se han apoyado en la tecnología para impartir los cursos, ahora es cuando una herramienta como la propuesta en el presente beneficiaría a los estudiantes, lo que anteriormente se podía plantear como una opción a futuro, o un complemento ahora es una necesidad en definitiva.

## 6. PROPUESTA SISTEMA TUTOR INTELIGENTE

En los capítulos anteriores se abordaron diferentes puntos en la creación de un sistema de tutor inteligente, módulos, inteligencia artificial, efectividad de la herramienta, bases pedagógicas y arquitectura son puntos clave, sin embargo, queda pendiente ofrecer una propuesta en la cual se relacionen dichos factores para dar a luz el sistema deseado. En la actualidad existen herramientas, lenguajes o sistemas que facilitan el desarrollo de un sistema de tutorías inteligentes, por supuesto el desarrollo de estas requiere del apoyo de estudiantes y catedráticos como se observó en el capítulo anterior.

Posteriormente al análisis cuantitativo se llegó a la conclusión que el apoyo económico por parte de la Escuela de Ciencias y Sistemas no es algo con lo que se pueda contar, la colaboración de los catedráticos y su participación en el proyecto es dudosa o mínima, pero los estudiantes demostraron interés en la iniciativa, muchos de ellos no poseen altos conocimientos de inteligencia artificial, debido a cuestiones de pensum de estudios, porque es una de las últimas materias que se cursa, pero poseen conocimientos avanzados de programación, y lo ideal es que se utilice un *framework* que permita generar las bases del conocimiento sin la necesidad de contar con gran experiencia en el campo de IA.

Mientras tanto en el aspecto económico se necesitaría una herramienta gratuita o de software libre con fines educativos que permita que el proyecto avance. Para esto se investigaron distintas opciones entre ellas se pueden destacar ASPIRE, GIFT, Auto Tutor Tools, en esta oportunidad la investigación

utilizará la herramienta Cognitive Tutoring Authoring Tools (CTAT), como propuesta de framework para la creación de la herramienta.

## **6.1. Cognitive Tutor Authoring Tools**

CTAT es un conjunto de herramientas que le permite agregar el aprendizaje práctico (es decir, aprendizaje activo) a los cursos en línea. CTAT apoya la creación de tutores flexibles para la resolución de problemas simples y complejos, capaces de respaldar múltiples estrategias en las que los estudiantes pueden basarse para resolver problemas de tutores además los tutores de CTAT rastrean a los estudiantes mientras resuelven problemas. Los tutores desarrollados con CTAT escriben registros detallados de las interacciones alumno-tutor, adecuados para profesores o investigadores. Esta capacidad de registro no requiere ningún esfuerzo adicional por parte de los autores tutores ya que proporciona una biblioteca de JavaScript con funciones de registro.

### **6.1.1. Costos**

En relación con el costo de la herramienta se debe tomar en cuenta algo sumamente importante, su licencia es gratuita para fines educativos y libres de lucro, esto la hace perfecta para el objetivo que es, facilitar la educación a los estudiantes sin costo adicional, esto permite empezar a desarrollar las lecciones básicas del tutor para experimentar con CTAT y conocer el entorno de desarrollo, debido a que la herramienta es sumamente ligera no se necesita un equipo de cómputo especial para llevar a cabo tareas de desarrollo por lo que con el equipo de los estudiantes o profesionales involucrados es suficiente sin incurrir en mayores gastos.

### **6.1.2. Requerimientos**

En cuanto a sistema los requerimientos de la herramienta son mínimos porque se puede utilizar en un sistema Windows 7 o superior, o bien en Mac OS 10.7.3 o superior, y requiere JRE V 1,7 o 1,8, no se debe utilizar java 10 o superior. Adicionalmente necesita la aplicación CTAT 4.2.0 o superior, y un editor de texto libre para el lenguaje Jess, como Eclipse, por ejemplo. Por último, el editor HTML y creador de interfaces necesita un navegador como Google Chrome o Firefox, una cuenta de Google para utilizar Drive, la aplicación Sync de Drive y una carpeta nombrada CTAT en el directorio raíz del drive.

### **6.2. Distribución de lecciones**

Esta sección se refiere al orden lógico , secuencial y necesario de temas para comprender en su totalidad cierta área de conocimiento, en esta oportunidad se estarán tomando en cuenta los temas de los cursos Organización de Lenguajes y Compiladores 1 y 2 para ejemplificar la forma óptima en la que el estudiante comprenderá los temas con la orientación de los módulos tutor y de dominio de conocimiento, además considerando que se solicitaría al catedrático interesado brindar información y material didáctico para la base de conocimientos del sistema.

#### **6.2.1. Lecciones, compiladores 1**

- Lección 1: Introducción a la compilación
  - Traductores de lenguajes de computación
  - Diferencia entre interpretación y compilación
  - Conceptos básicos de un compilador

- Fases del proceso de compilación
- Lección 2: Análisis léxico
  - Función del analizador léxico
  - Especificación de tokens
    - Cadenas y lenguajes
    - Expresiones regulares
    - Definiciones regulares
  - Diagramas de transición
    - Autómatas finitos
    - Autómatas finitos no determinados
    - Autómatas finitos determinísticos
  - Construcciones
    - Thompson
    - Subconjuntos
    - Método del árbol
- Lección 3: Análisis sintaxis
  - Función del analizador sintáctico
  - Gramáticas independientes del contexto
  - Definiciones, notación y derivación
  - Árboles de análisis sintáctico
  - Ambigüedad
  - Expresiones regulares
- Lección 4: Escritura de una gramática
  - Gramáticas independientes del contexto
  - Reescritura de una gramática
    - Supresión de ambigüedad



- Eliminación de la recursividad por la izquierda
  - Factorización por la izquierda
- Implantación de la gramática
  - Representación en código de una gramática
  - Traducción dirigida por la sintaxis
  - Atributos sintetizados
  - Atributos heredados
- Analizadores sintácticos
  - Análisis sintáctico descendente (Top-Down)
  - Análisis sintáctico ascendente (Bottom-Up)

### **6.2.2. Lecciones, compiladores 2**

- Lección 1: Traducción dirigida por la sintaxis
  - Definiciones dirigidas por la sintaxis
    - Forma de una TDS
    - Atributos sintetizados
    - Atributos heredados
    - Grafo de dependencia
  - Construcción de un árbol sintáctico
  - Evaluación ascendente de atributos sintetizados
  - Evaluación ascendente de atributos heredados
  - Definiciones con atributos por la izquierda
- Lección 2: Código de 3 direcciones
  - Expresiones aritméticas
  - Mapeo de arreglos
  - Asignaciones
  - Expresiones booleanas
  - Propositiones condicionales

- Proposiciones de ciclos
- Recursividad
- Funciones y procedimientos
  
- Lección 3: Comprobación de tipos
  - Comprobación dinámica
  - Comprobación estática
  - Equivalencia entre expresiones de tipos
  - Conversión de tipos
  - Sobrecarga de funciones
  - Tabla de símbolos
  
- Lección 4: Optimización de código
  - Mirilla
  - Eliminación de sub-expresiones redundantes
  - Eliminación de código inalcanzable
  - Optimización bucle
    - Código invariante
    - Fuerza reducción

### **6.2.3. Flujo básico de lecciones**

Las lecciones del tutor inteligente deben ser planificadas como un recurso adicional a las clases que los catedráticos impartan, pero deben ser sustanciales para la solución de dudas, además debe brindar la facilidad al estudiante de aprender mediante la práctica a través de distintos problemas que lleven al entendimiento del tema en cuestión.

#### **6.2.4. Contenido mínimo de las lecciones**

Cada lección ha de ser conformada por al menos 3 elementos clave para garantizar que el alumno posea material, teoría referente al tema en cuestión, brindada a través de material escrito o audiovisual, ejercicios de repetición creados a través de las lecciones de rastreo brindadas por CTAT y ejercicios creados a través del motor cognitivo ofrecido por CTAT para proporcionar un curso al aprendizaje del estudiante.

#### **6.3. Validación de la propuesta**

Para llevar a cabo este proceso es necesario realizarlo a través de criterio de especialistas que apoyen el proyecto, para esto se dividen en dos grupos importantes. Por otro lado, se debe tomar en cuenta la postura de la Escuela de Ciencias y Sistemas acerca de una herramienta con las características presentadas para conocer si tienen objeciones en cuanto a la inicialización de un proyecto de esta naturaleza, y posteriormente conocer si está en la disponibilidad de asignar recursos (catedráticos), para la supervisión del mismo.

##### **6.3.1. Posibles expertos**

Es importante contar con la opinión de profesionales en el área de sistemas y en el área de educación para sentar las bases estratégicas del proyecto en cuanto a tiempos de desarrollo y características pedagógicas que deban retirarse o agregarse. Se consideran posibles expertos en contenido académico a catedráticos universitarios con al menos 4 años de experiencia impartiendo clases en la Escuela de Ciencias y Sistemas, expertos en diseño instruccional a catedráticos que se especialicen en metodologías de aprendizaje o vinculados con la temática de los tutores inteligentes.

### **6.3.2. Obtención del criterio de cada experto**

Para esto se considera que es necesario que se seleccionen dimensiones y variables correspondientes a cada una de las áreas, para posteriormente con base en ellas realizar la recolección de datos, el método de dicha recolección de datos debe ser formalmente presentada ante la escuela de ciencias para garantizar que se abarquen los aspectos necesarios en ambos grupos de expertos.

### **6.3.3. Análisis de datos**

Posterior a la recolecta de la información, con el objetivo de demostrar estadísticamente la posible existencia de acuerdo entre los evaluadores de los dos grupos se debe realizar una prueba no paramétrica de la W de Kendall, a través de ello se podrá establecer los lineamientos que seguirá el tutor inteligente, la forma de impartir el conocimiento y las metas pedagógicas que se alcanzará para los estudiantes, todo debe ir relacionado para brindar no solamente un grupo de lecciones ordenadas, sino brindar un ecosistema de aprendizaje.

## **6.4. Participación del estudiantado**

Como parte de la propuesta para el desarrollo de la herramienta también se debe tomar en cuenta la forma de atraer el interés del alumnado a participar en la creación de esta herramienta, para lo cual en definitiva se necesita el apoyo de la Escuela de Ciencias y Sistemas para brindar incentivos a quienes apoyen esta iniciativa, a través de créditos extracurriculares, oportunidades de prácticas iniciales/intermedias/finales, ponderaciones especiales en laboratorios como inteligencia artificial u otros cursos relacionados a las herramientas que

utiliza el proyecto, en general se conoce que la postura de la casa de estudios es brindar apoyo de forma ad honorem sin esperar algo a cambio, pero brindar este tipo de incentivos académicos es una forma de apoyar tanto al estudiante como a los proyectos internos de la escuela.



## CONCLUSIONES

1. Una herramienta pedagógica con las características anteriormente presentadas sin lugar a duda representaría una gran oportunidad para los estudiantes de aumentar sus conocimientos en las áreas que consideren con debilidad, de esta manera se reduciría la repitencia de cursos porque los estudiantes pueden reforzar los temas a través de un sistema que analice carencias, fortalezas y debilidades para optimizar el tiempo en el que logren alcanzar las competencias pedagógicas.
2. Considerando que la población estudiantil de la escuela suelen ser personas económicamente activas en los semestres avanzados de la carrera y cuya asistencia es mínima quienes muchas veces únicamente se presentan a exámenes parciales y finales, tener la oportunidad de recibir una clase a su ritmo es definitivamente un factor clave que aumentaría significativamente la tasa de aprobación. Sin embargo, realizar un proyecto de esta índole representa una fuerte inversión por parte de la Escuela de Ciencias y Sistemas, sin mencionar la necesaria y activa participación de los estudiantes y catedráticos para la realización de este proyecto, sin embargo, desde la perspectiva del presente trabajo la poca cantidad de respuestas en comparación a la población, tanto de estudiantes como catedráticos, demuestra falta de interés la cual complica el desarrollo del proyecto.
3. Para la realización de la herramienta presentada sin lugar a duda se necesita el asesoramiento de profesionales especializados en aprendizaje andragógico para el diseño y estructuración adecuado en la

enseñanza y comprensión en el momento de la creación de los agentes pedagógico e instruccional para garantizar la mejora del proceso enseñanza aprendizaje.

4. Debido a la pandemia del COVID-19 la educación ha mutado a modalidades virtuales y remotas, estos cambios tan drásticos han dejado ver claramente las carencias en la educación, donde las clases no llenan en muchas ocasiones las necesidades de los estudiantes, ahora más que nunca una herramienta de este calibre es una necesidad, no únicamente para la Escuela de Ciencias y Sistemas, sino para toda la casa de estudios en general.



## RECOMENDACIONES

1. Debido a que la implementación de la herramienta es complicada actualmente, en su defecto se debe buscar una solución a la problemática de la calidad de enseñanza que según los estudiantes muchos catedráticos brindan, para esto se debe proveer capacitación constante a los profesionales en temas de pedagogía y andragogía, de este modo mejorarían la forma de impartir sus cursos mejorando así el proceso enseñanza aprendizaje.
2. El análisis de la propuesta de sistema de tutor inteligente debe ser algo a tomar en cuenta, actualmente pese a las condiciones adversas que se han presentado por falta de apoyo económico o mano de obra profesional en el desarrollo de la herramienta, se presenta una alternativa que pueda facilitar el progreso de esta para llevarla a cabo con bajos recursos y con el apoyo del estudiantado.
3. En la actualidad existen en la Escuela de Ciencias y Sistemas muchos cursos los cuales únicamente se imparten en horarios no hábiles para las personas que laboran, complicando así la asistencia y por tanto afectando el proceso de cierre porque no adquieren los conocimientos necesarios para aprobar, debido a ello se recomienda la creación de horarios nocturnos para diversos cursos facilitando la asistencia del sector económicamente activo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BROOKS, Rodney. y STONE, Peter. *Artificial intelligence and life in 2030*. [en línea]. <[https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj9861/f/ai\\_100\\_report\\_0831fnl.pdf](https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj9861/f/ai_100_report_0831fnl.pdf)>. [Consulta: noviembre de 2019].
2. CAÑÓN RODRÍGUEZ, Jairo. *Fundamentos metodológicos de sistemas inteligentes para la solución de problemas complejos en ingeniería*. 1a ed. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Minas 1997. 364 p.
3. RINGENBERG, Michael. *Cognitive tutor authoring tools*. [en línea]. <<https://github.com/CMUCTAT/CTAT>>. [Consulta: octubre de 2020].
4. ROLSTON, Darwin W. *Principios de inteligencia artificial y sistemas expertos*. 1a ed. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1990. 255 p.
5. RUSSEL Stuart; NORVIG, Peter. *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Madrid, España: Pearson educación, S.A., 2004. 1 212 p.
6. SALVAT, Begoña Gros. *La inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza*. 1a ed. Barcelona, España: Comunicación, Lenguaje y Educación CL&E, 1992. 150 p.

7. SERRANO, Alberto. *Inteligencia artificial, fundamentos, práctica y aplicaciones*. 3a ed. Madrid, España: RC libros, 2012. 15 p.
8. SMARANDACHE, Florentin. y LEYVA-VAZQUEZ Maikel. *Inteligencia artificial: retos, perspectivas y papel de la neutrosofía*. Nuevo México, USA: Infinite Study, 2010. 15 p.
9. VIVAS, Julia. *PNL Programación neurolingüística, ¿qué es y para qué sirve?* [en línea]. <<https://www.psicologia-online.com/pnl-que-es-y-para-que-sirve-4340.html>>. [Consulta: noviembre de 2019].

## APÉNDICES

Se realizaron dos encuestas una para catedráticos y otra para estudiantes de la Escuela de Ciencias y Sistemas, a continuación, se detallan las preguntas que se plantearon.

Apéndice 1. **Encuesta a catedráticos de la Escuela de Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Link de acceso a la encuesta: <https://forms.gle/QM2U6efvdD5Yxqxe9>

**Encuesta trabajo de graduación (catedráticos)**

Estimados catedráticos, les saludo de forma cordial para solicitar su ayuda en el llenado de la presente encuesta, lamento los inconvenientes causados. Feliz día.

1. ¿Como catedrático cuál de los siguientes factores considera que más afecta el desarrollo de los cursos? \*

- Cierre del campus central
- Poco tiempo para el desarrollo del contenido
- Los estudiantes no poseen los conocimientos necesarios para comprender el contenido

## Continuación del apéndice 1.

2. ¿Considera viable el desarrollo e implantación de una herramienta pedagógica con inteligencia artificial? \*

Sí

No

3. ¿Cree que una herramienta pedagógica con inteligencia artificial pueda ser de utilidad para mejorar el desarrollo de los cursos? \*

Si

No

4. ¿Usted como catedrático colaboraría en el desarrollo de una herramienta pedagógica con inteligencia artificial para mejorar el desarrollo de los contenidos? \*

Si

No

⋮

5. ¿Utilizaría una herramienta pedagógica con inteligencia artificial para ampliar el conocimiento en los cursos? \*

Sí

No

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Encuesta a estudiantes de la Escuela de Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Link de acceso a la encuesta: <https://forms.gle/KJxTgLFRvojWjnMW9>

## Encuesta trabajo de graduación (estudiantes)

Esta encuesta es totalmente anónima y con fines únicamente pedagógicos para la realización de un trabajo de graduación, por favor conteste sinceramente. Gracias por su apoyo.

1. ¿Cuál de los siguientes casos considera que ha afectado más el desarrollo de las clases y/o laboratorios a lo largo de su carrera en la USAC? \*

- Cierre del campus central
- Poco tiempo para el desarrollo del contenido
- El contenido de la clase y/o laboratorio no es desarrollado con metodología adecuada para su correcta co...
- Ausencia de los catedráticos en algún momento

2. ¿Cree que una herramienta pedagógica con inteligencia artificial pueda ser de utilidad para 2. \* mejorar el desarrollo de los cursos?

- Si
- No

Continuación del apéndice 2.

3. ¿Usted como estudiante colaboraría en la realización de una herramienta pedagógica con inteligencia artificial, con el propósito de apoyar a sus compañeros? \*

Sí

No

4. ¿Utilizaría una herramienta pedagógica con inteligencia artificial para ampliar el conocimiento en los cursos? \*

Sí

No

Fuente: elaboración propia.