



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Tecnológico Nacional de México

Campus Tecnológico de Tijuana

Tesis de Maestría

Nombre de la tesis

Agente de diálogo inteligente integrado a un sistema de aprendizaje

Presentada por

Beltrán Bustos Claudio Israel

Como requisito para la obtención de grado de
Maestría en Tecnologías de la Información

Director de tesis

Dr. Arnulfo Alanis Garza

Codirectora

Dra. Samantha Paulina Jiménez Calleros

Tijuana, B.C. 29 de marzo del 2021





Tijuana, Baja California, 17/febrero/2023

OFICIO No. 012/DEPI/2023

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

MARÍA MAGDALENA SERRANO ORTEGA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE

En lo referente al trabajo de tesis, "Agente de Diálogo Inteligente Integrado a un Sistema de Aprendizaje". Presentado por C. **Claudio Israel Beltrán Bustos**, alumno de la Maestría en Tecnologías de la Información con numero de control **M2121014**; informo a usted que a solicitud del comité de tutorial, tengo a bien **Autorizar la impresión de Tesis**, atendiendo las disposiciones de los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.

Sin más por el momento le envió un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Excelencia en Educación Tecnológica
Por una Juventud Integrada al Desarrollo de México

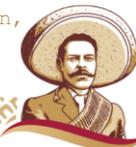


GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBEDO
JEFE DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ccp. Archivo
GHE/lap



Calzada del Tecnológico S/N esquina Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtemotzin,
Fracc. Tomás Aquino C.P.22414 Tijuana, Baja California. Tel. 01 (664) 6078400
dir_tijuana@tecnm.mx | tecnm.mx | tijuana.tecnm.mx



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO



Tijuana, Baja California, **8/diciembre/2022**

DR. GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBEDO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PRESENTE

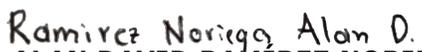
En lo referente al trabajo de tesis, “ **Agente de Diálogo Inteligente Integrado a un Sistema de Aprendizaje**” presentado por el **Ing. Claudio Israel Beltrán Bustos**, alumno del programa de Maestría en Tecnologías de la Información, con número de control **M2121014** informamos a usted que después de una minuciosa revisión e intercambio de opiniones, los miembros del comité manifiestan **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias, por lo que se autoriza al interesado para que proceda de inmediato a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®


DR. ARNULFO ALANÍS GARZA
PRESIDENTE


DRA. SAMANTHA PAULINA JIMÉNEZ
SECRETARIO


DR. ALAN DAVID RAMÍREZ NORIEGA
VOCAL


DR. BOGART YAIL MÁRQUEZ LOBATO
SUPLENTE

c.c.p. Dr. Bogart Yail Márquez Lobato. Coordinador Académico de la Maestría en Tecnologías de la Información.
Archivo



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Tijuana, Baja California, el día 29 del mes de marzo del año 2021, el que suscribe Beltrán Bustos Claudio Israel, con número de control m21210014, alumno de Maestría en Tecnologías de la Información, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Arnulfo Alanis Garza y del Dra. Samantha Paulina Jiménez Calleros, cede los derechos para su difusión, en su totalidad o en partes, con fines académicos o de investigación del documento de tesis titulado 'Agente de diálogo inteligente integrado a un sistema de aprendizaje' al Tecnológico Nacional de México.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas, código, fórmulas o datos del trabajo sin permiso expreso del autor o director del trabajo. Este debe ser obtenido escribiendo a cualquiera de las siguientes direcciones de correo electrónico Claudio.beltran@tectijuana.edu.mx, alanis@tectijuana.edu.mx y samantha.jimenez@uabc.edu.mx o bien, dirigirse a las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tijuana en Calzada del Tecnológico S/N Esq. Av. Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtemotzin, Fracc. Tomás Aquino C.P. 22414, Tijuana, Baja California, conmutador 664-6078400.

Si se otorga el permiso, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo como lo indique el autor intelectual o el director del trabajo de Tesis.

A T E N T A M E N T E

CLAUDIO ISRAEL BELTRÁN BUSTOS

Claudio Beltrán

**ALUMNO DEL POSGRADO DE LA MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

Agradecimientos y Dedicatorias

Agradecimientos a la comunidad del Instituto Tecnológico de Tijuana por brindar la oportunidad de estudio, supervisión y culminación de la maestría en Tecnologías de Información, así como su orientación y constantes revisiones para la terminación satisfactoria de éste proyecto de tesis.

Agradecimientos a los compañeros de clase por su compartición de ideas y conocimientos sobre las distintas áreas de interés y por su retroalimentación para la realización del proyecto de tesis.

Agradecimientos a los participantes para la realización de éste trabajo de tesis.

Agradecimientos a mis padres por su apoyo que me brindaron durante mi vida.

Dedicado a mis seres queridos.

Índice General

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Capítulo 1. Planteamiento del problema	10
1.1 Problemática del proyecto	11
1.2 Justificación	16
1.3 Pregunta(s)	17
1.4 Objetivos	18
Capítulo 2. Estado del Arte	19
2.1 Introducción y conceptos claves de contextualización	20
2.2 Antecedentes de agentes: ámbito educativo	23
2.3 Teorías del aprendizaje: la motivación	28
2.4 Agentes Inteligentes	34
2.5 Antecedentes y contexto del proyecto de intervención	43
Capítulo 3. Metodología de investigación	45
3.1 Metodología para la realización de diagnóstico	46
3.2 Definición de la muestra	48
3.1 Estrategias de obtención y análisis de datos	49
Capítulo 4. Propuesta	57
4.1 Diseño de la propuesta: Hipótesis, ontología y plan de intervención	58
4.2 Indicadores y recursos	77
Capítulo 5. Resultados y Análisis	84
5.1 Experimentación: Resultados	85
Capítulo 6. Conclusiones y Trabajo(s) Futuro(s)	92
Capítulo 7. Referencias bibliográficas	100
Referencias	101

Índice de Figuras

1. Esquema de comunicación básica entre un estudiante y un profesor	11
2. Tipos de Retroalimentación	13
3. Esquema del proyecto adoptando el enfoque conductista.....	30
4. Pirámide de Maslow	30
5. Esquema del proyecto adoptando el enfoque humanista... ..	31
6. Primera sección del cuestionario: SUS	50
7. Segunda sección del cuestionario: datos estadísticos.....	51
8. Diagrama de proceso de experimento... ..	52
9. Caso de Uso, rol del estudiante durante el experimento	53
10. Diagrama de pre-análisis de datos	55
11. Diagrama ontológico del proyecto de intervención.....	60
12. Diagrama que muestra la propuesta adoptando el proceso de comunicación	64
13. Diagrama de propiedades de la motivación.....	66
14. Diagrama de interacción humano-agente.....	67
15. Diagrama taxonómico, basado en los trabajos de [42]	68
16. Diagrama de clases, basado en los trabajos de [41]	69
17. Diagrama de interactividad, muestra las partes del mensaje... ..	70
18. Vista inicial del chat-box, antes de cualquier modificación.....	71
19. Vista que muestra una de varias retroalimentaciones afectivas	71
20. Vista más reciente del sistema... ..	72
21. Vista del chat-box previo a inserciones por el usuario.....	72
22. Vista que muestra cambios en el agente y el chat-box.....	73
23. Vista que muestra más material en el chat-box... ..	73
24. Chat-box mostrando retroalimentación agente-estudiante... ..	74
25. Base de datos local.....	75
26. Base de conocimiento (python).	75
27. Resumen de la usabilidad del sistema... ..	88
28. Mockups del sistema.....	99

Índice de Tablas

1. Síntesis de los temas de interés del proyecto.....	23
2. Resumen de los antecedentes del proyecto... ..	27
3. Resumen del apartado	33
4. Comparativa de Ventajas y Desventajas	40
5. Resumen de conceptos	41
6. Síntesis de trabajos relacionados.....	42
7. Ventajas y limitaciones de los principios paradigmáticos del proyecto... ..	48
8. Descripción de la muestra.....	49
9. Tabla que muestra el resumen de la subsección.....	76
10. Puntaje de preguntas SUS	86
11. Puntaje final del cuestionario SUS	87
12. Reporte de objetivos.....	93
13. Reporte de preguntas.....	94

Resumen

La inteligencia artificial ha permitido el surgimiento de grandes avances tecnológicos en el campo de la educación a través de la creación de agentes pedagógicos implementados como apoyo al profesor y/o estudiante en el aprendizaje digital. Hoy en día es necesario la implementación de un agente tal cual que motive al estudiante a desempeñar mejor su rol en la sociedad académica y fomentar su potencial tanto en el desarrollo personal como profesional. Existe mucho estado del arte en cuanto a la investigación y desarrollo de los agentes pedagógicos que corroboran el proyecto de intervención que consiste en la creación de un agente pedagógico para alzar la motivación en el estudiante.

Palabras clave.- inteligencia artificial, agentes pedagógicos, educación, motivación, aprendizaje digital.

Abstract

Artificial intelligence has allowed for the emergence of grand technological advances in the education area through the creation of pedagogical agents implemented as a support tool for both teachers and students in digital learning. Nowadays it is necessary for an agent that may lift the student's motivation to take part in the role for an academic society and have a certain growth in both personal and professional traits. There exists much state of the art regarding research and development of pedagogical agents that corroborates the intervention project which consists in the creation of a pedagogical agent that can raise students' motivation.

Keywords.- *artificial intelligence, pedagogical agent, education, motivation, digital learning.*

Introducción

La educación forma uno de los principales bloques fundamentales para el desarrollo de un país, nos ayuda a determinar y medir el conocimiento que tienen las personas en la sociedad que participan, así como se alude en el trabajo de Selanik-Ay [1]. Es a través de la enseñanza el cual permite que las personas aprendan y comprendan disciplinas de diversos enfoques como las ciencias discretas, humanidades, la mente humana, el comportamiento entre distintas sociedades, economía, negocios empresariales, tecnología, etc. Con esos conocimientos en mente, y tal como lo implica Selanik-Ay [1], las personas pueden contribuir de diferentes maneras a la sociedad que los rodea añadiendo nuevos conocimientos o reforzando los ya existentes usando lo aprendido en las instituciones educativas y en otros ambientes de aprendizaje. La escuela puede considerarse como una casa de conocimiento-orientación, ya que es una de las instituciones más importantes que forman parte del desarrollo de cualquier individuo durante sus primeras décadas de vida.

El rol de acción de las tecnologías de información en el aprendizaje han sido sumamente importantes, estudios como los de Lin [2] demuestran que las tecnologías de información integradas a la educación proveen resultados positivos al aprendizaje del estudiante, incluso pueden llegar a tener mejores resultados en el aprendizaje aprendido comparado con la educación tradicional y uno de los principales factores determinantes del comprendimiento del aprendizaje es la motivación, retomando el estudio de Lin [2] es posible crear y adaptar estrategias de aprendizaje que empleen las tecnologías de información enfocadas a la educación (como lo son los agentes inteligentes de los cuales se desarrollará en el capítulo 2) tal y como se propone en este proyecto.

Aún y cuando las tecnologías de la información son muy efectivas al implementarlas a la educación, la comprensión del estudiante y afinidad hacia el aprendizaje por el nuevo conocimiento sigue jugando un papel importante en la enseñanza; por lo tanto, las tecnologías de la información tienen un enfoque de asistencia hacia la motivación del estudiante de tal manera que éste pueda sentir con mayor agrado, el conocimiento que se está impartiendo. Esta última parte podría visualizarse en el comportamiento del estudiante a través de su rendimiento en la escuela; sus notas en las tareas que encargan los profesores, su participación en clase, su evaluación en los exámenes, entre otras formas de medir el rendimiento del estudiante, entonces es necesario tomar en cuenta al estudiante como una persona el cual se tiene que valorar su propia motivación de estudiar ya que la motivación como tal es un elemento esencial en el proceso del aprendizaje y juega un elemento clave en el proceso del aprendizaje y en la vida de cualquier persona [3].

Capítulo 1. Planteamiento del problema

A continuación, se describirán los puntos acordes a la problemática existente que se pretende solucionar.

1.1 Problemática del proyecto

Tomando en cuenta que la motivación está presente en el proceso del aprendizaje, la motivación de informar y/o aprender es esencial en el proceso de la comunicación, menciona Molina [4] respecto a la comunicación entre las personas: la comunicación, generalmente afectiva, marca un elemento esencial para el intercambio y retroalimentación de ideas y conocimiento, entre ellas el conocimiento y la curiosidad del saber de un algo, para nuestro caso, en la enseñanza del conocimiento, se puede crear un esquema de comunicación que se genera cuando existe comunicación entre el estudiante y el profesor, tal y como lo muestra la figura 1:

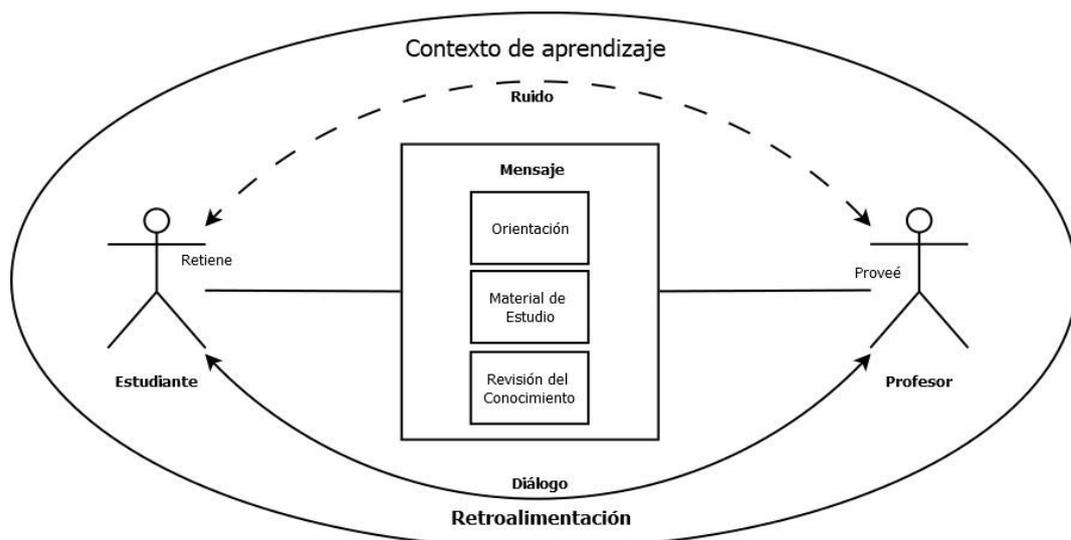


Fig 1. Esquema de comunicación básica entre un estudiante y un profesor.

Los elementos nacen a partir de lo que se menciona Molina [4] en cuanto a las interacciones entre personas en un proceso básico de intercambio de conocimiento, en éste caso, el proceso de comunicación entre un estudiante y un profesor:

- **Actores.** Las personas involucradas en el proceso de comunicación del aprendizaje.
 - **Estudiante.** Es la persona que quiere aprender algo, actúa como receptor de la información (es decir, el que retendrá el mensaje del profesor). El rol

del estudiante es recibir y analizar el mensaje del profesor, interpretando lo que se dijo en forma que él pueda entender.

- **Profesor.** Es la persona que desea transmitir algo, actúa como emisor de la información (aquella persona que provee el mensaje). El rol del profesor es emitir el tema que se aborda con la finalidad de hacer que el alumno tenga un sustento en donde él pueda tomar como punto de partida y/o referencia para su aprendizaje.
- **Mensaje.** El objeto de información que existe en el proceso de comunicación, contiene aspectos importantes respecto al contexto de manera general:
 - **Orientación.** El profesor guía al estudiante con sus comentarios, resolviendo dudas, realizando observaciones y presentando su perspectiva del tema.
 - **Material de estudio.** El profesor otorga material de estudio para que el estudiante pueda comprender el tema; siendo éstos libros, videos, ejercicios resueltos, presentaciones digitales, libros electrónicos, conferencias, entre otras.
 - **Revisión del conocimiento.** El profesor se encarga de medir la comprensión y la retención del material visto en clase de parte del estudiante usando ejercicios, actividades, tareas, prácticas, exámenes, presentaciones digitales, entre otras.
- **Diálogo.** El intercambio de palabras entre el emisor y receptor, éste aspecto funciona de manera bidireccional y se encuentra en constante movimiento en ciertos momentos. Éste elemento tiene dos aspectos importantes:
 - **Ruido.** Es la interferencia de la comunicación, aquello que se presenta como obstáculo en la interacción entre el emisor y receptor, pueden presentarse de diferentes formas y dificultar la comunicación.
 - **Retroalimentación.** Este es un elemento muy importante en el esquema de la comunicación; éste elemento existe cuando el profesor deja de comunicar su clase y el alumno emite sus comentarios, dudas o sugerencias, los roles de los actores cambian uno por el otro, teniendo el mensaje inicial como el sustento o base del diálogo.
- **Contexto de aprendizaje.** La situación que envuelve a todo el proceso de comunicación del aprendizaje, puede ser afines de un tema de interés o asignatura en particular que se esté abordando en ese momento.

En resumen: el proceso de comunicación existe al momento de tener al profesor y al estudiante dialogando uno con el otro, se crea un ciclo de retroalimentación constante usando lo que el profesor provee al estudiante y éste a su vez, realizando preguntas u observaciones de los mismos. El objetivo del estudiante entonces, es retener la información que transmite el profesor usando el diálogo como herramienta para observar y analizar la retroalimentación que se genera de parte del profesor: en el diálogo, esto se puede detectar en el tono del profesor y su forma de expresarse ante al alumno, tal y como se muestra en la figura 2.

La retroalimentación se puede definir como aquél intercambio de palabras basadas en expresiones personales que se da en el diálogo; en el ámbito educativo, la retroalimentación existe cuando el profesor da sus comentarios u observaciones respecto al desempeño del estudiante. De forma recíproca, el estudiante da su retroalimentación cuando éste da sus puntos de vista y fomenta la discusión de ideas con el profesor. Se pueden identificar varios tipos de retroalimentación: [5]

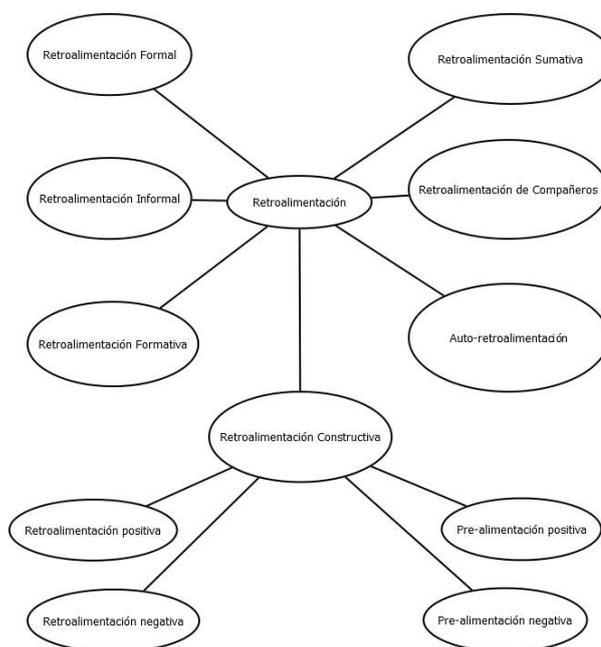


Fig 2. Tipos de Retroalimentación.

- **Retroalimentación informal.** Aquella que sucede al instante, por ejemplo, en el salón de clases cuando el profesor comenta sobre la participación de un estudiante ante el pizarrón.

- **Retroalimentación formal.** Aquella que es integrada de manera organizada, por ejemplo, la documentación de actividades para presentarse como evidencia ante los profesores o institución.
- **Retroalimentación formativa.** También conocida como retroalimentación de evaluación, es la que permite medir el rendimiento del estudiante, por ejemplo, al evaluar las actividades del estudiante y comentando respecto a sus aciertos y/o errores.
- **Retroalimentación sumativa.** Aquella donde se reitera lo aprendido y entra en comparación con lo que los estudiantes aprendieron, por ejemplo, las conclusiones del curso de una asignatura o tema en particular.
- **Retroalimentación de compañeros.** Aquella en donde el estudiante compara lo aprendido con otro estudiante, por ejemplo, cuando dos estudiantes comparan entre ambos sus resultados y sus metodologías para alcanzar dicho resultado.
- **Auto-retroalimentación.** Aquella en donde el mismo estudiante se evalúa y define sus propias metas e identifica sus fallos, comportamientos y metodologías adecuadas al tema de interés, por ejemplo, al momento de escribir un ensayo o reflexión sobre el curso, el mismo estudiante toma el papel de crítico y narra sus experiencias: sus logros, sus fallos, que pudo mejorar, porqué no funcionó su metodología, etc.
- **Retroalimentación constructiva.** Aquella que corrige o afirma algo, de aquí derivan 4 subtipos de retroalimentación.
 - **Retroalimentación negativa.** Corrige y se encarga de que un cierto comportamiento o metodología no vuelva a suceder.
 - **Retroalimentación positiva.** Afirma y se encarga de que un cierto comportamiento se desea que se repita.
 - **Pre-alimentación negativa.** Conocida como *negative feedforward*, corrige y trata de evitar comportamientos erróneos que pudiesen bajar el rendimiento del estudiante en tiempos futuros.
 - **Pre-alimentación positiva.** Conocida como *positive feedforward*, afirma y se encarga de promover comportamientos que mejorarían el rendimiento del estudiante en tiempo futuro.

El interés de éste proyecto de investigación se sustenta en la retroalimentación constructiva como punto clave para la elaboración de la propuesta: basado en lo anterior, es posible indicar que la manera en cómo se expresa la retroalimentación de un profesor es un factor muy importante para la aclaración de dudas del estudiante, tal y como lo indica Canabal [6], por ejemplo, un estudiante puede tener una pregunta respecto a cierta metodología de realizar una actividad y dependiendo de la forma en como se expresa el profesor, el estudiante podría deducir que su manera de realizar las actividades es correcta y con ello podría tener mayor motivación al haber descubierto dicha metodología, pero también podría suceder el caso de que la metodología del estudiante fue errónea y ésto podría llevarlo a no indagar más respecto a ello.

De acuerdo a Canabal [6], la retroalimentación juega un papel muy importante en el proceso de aprendizaje y la comunicación entre los docentes y los estudiantes, ésto es posible gracias al constante flujo de comunicación en donde se hace mención sobre comentarios, dudas, quejas y sugerencias formativas hacia los estudiantes: son varias retroalimentaciones usando palabras orientadas al mejoramiento del estudiante que permite detectar el tono del profesor y al mismo tiempo, detectar su perspectiva y/o opinión del trabajo o actividades de los estudiantes. Entonces, es posible indicar que la retroalimentación, que consiste en las palabras y tono del profesor, es un elemento clave para el proceso de formación y aprendizaje del estudiante.

El problema ocurre cuando el estudiante interpreta que sus avances en el aprendizaje no son correctos y se enfatiza esto en el tono o las palabras que expresa el profesor al dirigirse al estudiante, autores como Njenga [7] abordan éste problema usando a un mediador que brinde apoyo cuando no exista acuerdo entre agentes y el trabajo de Dinçer [8] muestra varios estilos de conversación (entre ellos uno donde se usa un tono monótono y el otro usando cierto grado de afectividad); dicho problema genera una perspectiva negativa del estudiante hacia los conocimientos que se tratan de abordar, y esto afecta el rendimiento académico del estudiante. Entonces se define la problemática del proyecto: Usando palabras equivocadas o erróneas en la retroalimentación ante al estudiante, hace que este perciba de forma negativa el contexto del diálogo, afectando así a su aprendizaje y por ende, su rendimiento académico, tal y como se da a entender en el trabajo de Rodríguez [9].

La comunicación que nace de la interacción humana - computadora tiene, en esencia, la estructura básica que se presenta y describe la figura 1, sin embargo, debido al hecho de que el emisor inicial del conocimiento en el proceso de la comunicación es gracias a un agente inteligente, la estructura se recontextualiza y los elementos tienden a cambiar o adaptarse al procesamiento de la información y los procesos de análisis que el agente requiere para responder al estudiante. Éste cambio, debe promover una comunicación 'ideal' por parte del agente al usar palabras afectivas al dirigirse al estudiante, por ejemplo, el trabajo de Dinçer [8] muestra varias formas de establecer una comunicación 'ideal' usando varios estilos conversacionales. Por esto mismo, se identifica a este cambio en el proceso de la comunicación entre estudiante - agente, como parte de la problemática que se menciona en este proyecto.

Con base a la problemática, la propuesta de esta tesis: Se pretende establecer un módulo de agente inteligente para satisfacer una integración con un tutor inteligente ya establecido con la finalidad de unir a ambos y generar un agente inteligente, también denominado como *softbot*, completo que pueda dialogar con un estudiante en relación a sus actividades más relevantes de sus asignaturas, que tiene en el curso de su carrera, determinando así, varios aspectos cualitativos posibles de su personalidad influyentes en su situación académica, tales como: su forma de aprendizaje, su manera de hablar, su entusiasmo, sus posibles rasgos de personalidad, etc., de tal forma que permita que el estudiante se sienta cómodo al interactuar con el tutor inteligente y éste pueda influir de manera positiva en él, permitiéndole mejorar su motivación cuya importancia como factor de aprendizaje es esencial en el aprendizaje, y por ende, su rendimiento académico actual. En el capítulo 2 de esta documentación se abordará con más detalle los factores influenciadores del aprendizaje de un estudiante.

1.2 Justificación

Se indica una muestra de 428 alumnos del Instituto Politécnico Nacional de México (IPN), en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) las aulas virtuales no se implementan; el promedio académico encontrado fue de 7.98 y el 36% de los estudiantes contaban con materias reprobadas, la conclusión del trabajo fue que el uso de las tecnologías de información

orientadas a la educación pudo haber sido una gran ventaja para alzar el promedio de los estudiantes y disminuir el índice de materias reprobadas [10].

Otro punto importante para la elaboración de éste proyecto de tesis es la de hacer consciencia de las tecnologías de la información orientadas a la educación digital como una herramienta altamente esencial en la enseñanza y desarrollo de competencias profesionales y personales, así como lo concluye Ramírez-Ramírez [11], las plataformas de e-learning muestran beneficios óptimos en el aprendizaje incluso a nivel de posgrado, aclara también que una herramienta tecnológica como ésta incita al cambio de la forma de enseñanza tradicional, un aspecto que un caso como Latinoamérica tiende a presentarse dificultades al cambio debido a distintas percepciones no positivas respecto a las tecnologías de la información orientadas a la educación, sin embargo, Ramírez-Ramírez [11] enfatiza que los ambientes virtuales de aprendizaje son un recurso indispensable para todas aquellas personas que sólo cuentan con dicho recurso y es una buena alternativa para la formación profesional de la persona en cuestión.

Entonces, en base a lo mencionado, el porqué de la propuesta de éste proyecto de tesis es: Se desea alzar el rendimiento del estudiante en la asignatura particular usando las tecnologías de información orientadas a la educación digital, a través de los agentes inteligentes orientados a la educación. La aportación es un agente inteligente que tome el rol de intermediario y pueda proveer al estudiante la retroalimentación adecuada. El alcance es aumentar la motivación del estudiante al ser retroalimentado de forma constructiva (séase positiva y/o negativa) con la finalidad de que nazca dentro de él los deseos de aprender, superación y formación como estudiante. Una limitación puede considerarse como caso de uso a los alumnos de educación profesional en el estado de Baja California, en la ciudad de Tijuana.

1.3 Pregunta(s)

¿Cuál es el impacto de un agente inteligente que integra elementos no verbales del diálogo como gestos y expresiones faciales en la motivación de los estudiantes?

¿Es posible hacer sentir al estudiante la motivación para aprender, usando un agente inteligente?

¿Un agente inteligente puede tener el mismo impacto en el estudiante al hablar con él que un tutor humano?

1.4 Objetivos

Objetivo general. Desarrollar un agente inteligente con capacidad de diálogo textual afectivo que incremente la motivación del estudiante a través de la usabilidad y/o satisfacción del usuario.

Objetivos específicos.

- Diseñar un avatar especializado en un software de diseño 3D que permita la interactividad con el estudiante.
- Diseñar la arquitectura de software del agente inteligente.
- Diseñar el diálogo, interacciones, gestos y gramática de procesamiento de texto del agente inteligente.
- Integrar al agente con el avatar en un sistema de aprendizaje.
- Determinar la motivación del estudiante usando el agente-avatar.

Capítulo 2. Estado del Arte

A continuación, se abordará respecto al contexto panorámico y abstracto. En el apartado 2.1 se indicará una introducción a tres temas importantes de ésta investigación así como la relación existente entre ellas para aterrizar el contexto de éste proyecto así como un resumen de lo que se pretende hacer con el conocimiento y además, se describirá la primera parte del contexto panorámico que rodea a ésta investigación y se darán a conocer proyectos, investigaciones y trabajos relacionados a los temas que se plantean así como un análisis de sus conclusiones y las relaciones con el proyecto que se pretende realizar en ésta investigación.

2.1 Introducción y conceptos claves de contextualización

Los temas que se seleccionaron para realizar la introducción a éste proyecto son: educación, tecnologías de la información, psicología y motivación, siendo el concepto de psicología como punto de partida para elaborar respecto a la motivación, ya que el enfoque de éste proyecto estima que la palabra motivación, tiene raíces psicológicas que podrían ser medidas a través de las TI. En los siguientes apartados, se describen los temas selectos y sus relaciones con esta investigación y se provee con un esquema que engloba en síntesis lo que se detalló para tener una idea clara y precisa de los temas de interés base de este proyecto.

De acuerdo a la definición del Diccionario de la Lengua Española [12], la palabra educación se define como: "3. f. *Instrucción por medio de la acción docente.*". La palabra educación tiene varias formas de definirlo, sin embargo, está claro que la definición que está altamente relacionada a esta investigación es la que se presentó anteriormente ya que el interés de nuestra propuesta es la que involucra a un docente o profesor. Se considera solo dejar al docente (como se muestra en la figura 1) como partícipe en el flujo de la comunicación del proceso del aprendizaje, corroborando esto, existen otros trabajos en donde se define la palabra al significado que se desea.

De acuerdo al Diccionario de la Lengua Española [13], la educación es definida como un proceso sin fin, en donde una persona aprende y comprende todo el conocimiento que se le inculca o que indaga por sus propias hazañas con el propósito de cubrir todas o la gran parte de las competencias y habilidades necesarias que le

permitirán ser una persona competente y formada con virtudes; sean estas académicas, profesionales, personales, entre otras, y proveer su aportación a la sociedad que esa persona desee, nacido de una intención intrínseca, beneficiando así, a la comunidad o sociedad en la cual participa. Ésto concuerda con lo que describía Selanik [1] en su trabajo respecto a la formación de personas con las competencias obtenidas durante la escuela: es gracias a que una persona obtenga dichos conocimientos la manera en cómo puede desarrollar nuevo conocimiento como una responsabilidad que se tiene al formar parte de una comunidad de profesionales dedicados al servicio de la humanidad.

En base a la definición del Diccionario de la Lengua Española [14][15], tenemos que las dos palabras: tecnología e información, significan, respectivamente: "1. f. Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.", "5. f. Comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada.". Ambos forman parte de una palabra clave que representa un tema esencial en el área de las tecnologías y que ha sido utilizado, tanto sus prácticas como sus definiciones, en todos los campos actuales: Se trata de las tecnologías de la información.

En base a Vasconcelos [16], las tecnologías de la información se definen entonces como la colección de aparatos, servicios y tareas que son sustentadas y procesadas por un dispositivo tecnológico, usualmente un equipo de cómputo, en donde se encarga de recibir y/o emitir, séase uni o bidireccional, datos informáticos numéricos con el fin de procesar y transformar dichos datos. Es importante resaltar que existen similitudes entre los términos Tecnologías de la Información (TI) y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), sin embargo, la diferencia existe en que las TI es un área que engloba las TIC 's, las TIC 's siendo más enfocadas a las comunicaciones mientras que las TI radican en el procesamiento de datos, no involucrándose en las comunicaciones. Se pretenden utilizar las TI para desarrollar lo propuesto en este documento.

No obstante, el campo de las TI abarca una gran cantidad de sistemas que permiten realizar, digitalmente, procesos y actividades fundamentales de un negocio, empresa, institución u organización. Mientras que las TI están enfocadas a los negocios y empresas, se utilizan muchas herramientas de las TI para desarrollar programas y nuevas tecnologías para otras disciplinas. Tal es el caso de Liu [17], usando

herramientas de TI pudieron crear un sistema de aprendizaje de diálogo con enseñanza humana orientado a sistemas de diálogo. En el apartado 2.4: Agentes Inteligentes, se desarrollará sobre este trabajo, ya que es uno de los temas relacionados a la tecnicidades de la propuesta del documento.

En base a la definición que proporciona el Diccionario de la Lengua Española [18], se tiene que la palabra psicología se define: "2. *f. Ciencia o estudio de la mente y de la conducta en personas o animales.*". Ésta definición es narrada tomando en cuenta que en la psicología puede usarse disciplinas discretas como las matemáticas que nos pueden a ayudar a medir ciertos indicadores a lo que respecta a la mente humana, ahora que el área de la psicología es un tema importante ya que de aquí deriva un concepto esencial para nuestro proyecto que actúa como un indicador clave para la evaluación y la obtención de resultados de nuestro proyecto, ese concepto es conocido como la motivación.

La motivación, de acuerdo al Diccionario de la Lengua Española [19], se define como: "3. *f. Conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona.*". En base a esto, se puede decir que la motivación es un punto central al momento de tener deseos de realizar o ejecutar una cierta actividad, cualquiera que sea, de magnitud variante y de n dimensiones, esto es importante para la persona ya que involucra la cognición y el aprendizaje interno de la persona, tal y como lo indica Gallardo [20] en su trabajo. La motivación es un factor clave en la educación, ya que es gracias a este el que actúa como determinante del rendimiento académico de un estudiante. En el apartado 2.3: Teorías del Aprendizaje: la motivación, se darán a conocer los distintos tipos de motivación que yacen en la actualidad y la forma en cómo pueden afectar a los individuos al momento de implementar las herramientas de las TI.

Ahora que hemos definido los temas de interés, la tabla 1 muestra un resumen de lo antes narrado, brindando definiciones de los tres temas importantes de contextualización que sustentan las bases de éste proyecto de tesis.

Tabla 1. Síntesis de los temas de interés del proyecto.

Tema	Definición
Educación	Obtención o reforzamiento de un conocimiento practicable, permitiendo el desarrollo multidimensional de un individuo en beneficio de sí mismo o la sociedad donde se desenvuelve.
Tecnologías de la Información	Conjunto de soluciones tecnológicas basadas en el procesamiento, transformación y envío de información con fines específicos.
Motivación	El deseo de realizar una actividad, de múltiples fines, sintiendo satisfacción durante su progreso o terminación.

2.2 Antecedentes de agentes: ámbito educativo

De acuerdo a Rodríguez [9]: *“La pedagogía tradicional comienza a gestarse en el siglo XVIII con el surgimiento de la escuela como institución y alcanza su apogeo con el advenimiento de la pedagogía como ciencia en el siglo XIX.”*. Las instituciones educativas marcan un evento importante ya que es de aquí donde egresan personas competentes inculcadas con la finalidad de hacer progreso en la sociedad. El enfoque en ese entonces era un método tradicional que consistía en exponer temas selectos a los estudiantes, y para verificar que realmente estaban aprendiendo, las métricas de medición del conocimiento como entrega de tareas y exámenes fueron utilizadas como un estándar a partir de esos tiempos. A través de los años, la educación empleada en las escuelas ha ido evolucionando y ha aprovechado los frutos de las TI y las TIC 's para su accesibilidad.

En los principios del siglo XXI, se dió a conocer el impacto que tenían las nuevas plataformas de educación virtual, usando las TI como base fundamental para la implementación de esas nuevas y revolucionarias alternativas tecnológicas al formato

tradicional presencial de las instituciones educativas. Por ejemplo, surgían los primeros análisis que discutían y comparaban aspectos de la educación presencial y la educación a distancia, así como lo explican Alfonso y Peñalvo [21][22]: la educación a distancia tornaba a un futuro prometedor. Fue a partir del interés por las nuevas herramientas de TI donde se empieza a considerar la educación en línea, apodada famosamente como *e-learning* (aprendizaje en línea), como una alternativa necesaria, inclusive óptima, para fomentar el estudio en todos los niveles de educación.

De acuerdo a Tavangarin [23], existen varias definiciones que contemplan partes de las aplicaciones reales de *e-learning*, sin embargo, el autor menciona que mientras los objetos que existen en las definiciones son una parte de *e-learning* no forman una definición completa de la misma, por lo tanto, el mismo autor propone una definición del concepto que consiste en llamar o apodar como *e-learning* a todas aquellas formas de aprendizaje apoyados por un controlador de aprendizaje y electrónico, afectando de forma procedural la construcción del conocimiento en relación con la experiencia de la persona, sus prácticas y su conocimiento como tal, cuyos medios sean con o sin conexión a una red a través de un sistema de información y/o comunicación para implementar el proceso de aprendizaje. Basado en esta definición, se contempla el proceso de aprendizaje como objeto principal del *e-learning*, cuyo enfoque principal es la teoría constructivista del aprendizaje (como se narra en el apartado 2.3).

Tomando en cuenta lo mencionado previamente, el enfoque constructivista del *e-learning* está presente en los sistemas de gestión del conocimiento (apodados como *Learning Management Systems*, LMS, por sus siglas en inglés), cuya base está enfocado al aprendizaje digital usando las innovaciones tecnológicas en la disciplina de la educación para llevar a cabo la gestión del proceso de aprendizaje. Uno de los productos de este paradigma educativo-tecnológico es la plataforma virtual Moodle, basada en la teoría constructivista del aprendizaje; Moodle tiene módulos web que permite ser integrados a un sitio web permitiendo partes de sus sistemas para el aprendizaje en línea.

Ahora que se ha asentado el contexto de la educación y su evolución usando la tecnología como su principal sustento hacia el siglo XXI, es importante mencionar lo que se conceptualizaba en el campo de la inteligencia artificial ya que de ahí surge el

concepto de agente inteligente (que se cubrirá a rasgos detallados en el apartado 2.4). Asimismo, se dará a conocer el contexto respecto al campo de la inteligencia artificial y sus momentos más relevantes y significativos para la tecnología en general y se enlazará con la disciplina de educación antes descrita, describiendo los trabajos y teorías (como se narra en los apartados 2.3 y 2.4) que existen a partir de los agentes inteligentes o agentes generales orientados a la educación a través de las TI, usualmente conocidos como *softbots*.

Durante los años 50, un grupo de matemáticos expertos y científicos en el área de computación llevaron a cabo una especie de conferencias semanales en donde discutían sobre las posibles aproximaciones de la inteligencia sobre las máquinas, estos seminarios se llevaron a cabo en New Hampshire, Estados Unidos, donde se acuñaron por primera vez los términos de Inteligencia Artificial y se define como la cuna de donde parte su concepto y sus hallazgos e innovaciones respecto a los sistemas de información que empezaron a surgir en esas décadas, a éste evento es a lo que famosamente se conoce como la Conferencia de Dartmouth [24].

La premisa de que exista inteligencia o no en las máquinas ha sido un tema prevalente en el campo de la inteligencia artificial; se basa en las teorías de Alan Turing (1912-1954) quién postuló la idea respecto a una máquina que pueda engañar a un humano, se debería de llamar inteligente [25]. De aquí parte la idea de lo que se conocen como agentes inteligentes o agentes racionales [26], de los cuales se abordará con más detalle en el apartado 2.4. Las bases de Turing usadas en la conferencia de Dartmouth llevan consigo las controversias que se generaron en sus tiempos (y siguen existiendo hoy en día de cierta forma) y las innovaciones que empezaron a surgir en las siguientes décadas, aun cuando tenían un periodo tardío de desarrollo, pero fue gracias al interés de exploración y resolución de los nuevos problemas que surgirían en esos tiempos el cual despertó gran interés por el campo de la inteligencia artificial y que hoy en la actualidad se puede apreciar los distintos proyectos que se han llevado a cabo en una gran multitud de disciplinas con distintos enfoques.

Por ejemplo, la inteligencia artificial ha despertado un fuerte interés en el área de la medicina, tales como los trabajos de Ramesh [27] y Hamet [28]: la inteligencia artificial puede ser usada con múltiples propósitos; séase la de obtención de información

compleja que puede usar un médico al momento de tratar a sus pacientes con los medicamentos adecuados o asistir al médico/cirujano en una operación. Han sido grandes los avances en medicina que ha promovido mejores técnicas de búsqueda de datos en los pacientes, algoritmos que identifican patrones en ciertas enfermedades; usando herramientas como la minería de datos, redes neuronales o sistemas expertos que puedan llevar a cabo el proceso de soluciones complejas.

El área que también ha tenido gran popularidad usando la inteligencia artificial es el área de educación: así como lo menciona Baker [29], la investigación de inteligencia artificial en la educación ha permitido que investigadores y expertos en el área puedan dar sus propias teorías respecto a la implementación de modelos de inteligencia artificial orientados al proceso de aprendizaje. El enfoque del trabajo mencionado es dar a conocer los distintos tipos de modelos que se pueden tener al crear algún programa de inteligencia artificial, entre ellos, los tutores inteligentes (ver apartado 2.4). Otra obra que elabora respecto las misconcepciones y los enfoques realistas de la inteligencia artificial en la educación es el trabajo de Holmes [30], donde elabora las restricciones que tienen las aplicaciones de hoy en día en cuanto a las promesas sobrevaloradas de la inteligencia artificial y el contexto real-actual de la misma.

Han existido proyectos de inteligencia artificial orientados a la educación desde el surgimiento de la misma hasta la actualidad, para dar sustento histórico, tenemos lo que es PLATO: una máquina desarrollada en la Universidad de Illinois, Estados Unidos en 1960 con el propósito de permitir que los estudiantes tuvieran material de clase interactivo a través de una computadora digital, cada estudiante tenía su propio monitor y teclado donde dicho estudiante podía controlar el material de estudio proporcionado por la máquina y el envío de respuestas de los estudiantes a través de un tubo de almacenamiento [31]. Así como se mencionó, la inteligencia artificial sirve de gran apoyo en una gran variedad de disciplinas (medicina y educación siendo muy populares) y ha permitido la creación y aplicación de proyectos en dichas disciplinas.

Los indicios de la educación, el uso de las TI y la interdisciplinariedad de la inteligencia artificial ha sido relevante desde sus inicios, inclusive hoy en la actualidad se adoptan modelos de enseñanzas híbridas o a distancia en gran parte del mundo. Ésto nos indica que la tecnología en la educación ha tenido gran evolución y son bastantes

las investigaciones y trabajos nacidos de esa interdisciplinariedad el cual permite que el proceso de aprendizaje del estudiante pueda tener varias dimensionalidades para fomentar su cognición y pensamiento crítico enfocado a la aplicación del conocimiento, desde discerniendo su tipo de aprendizaje favorito hasta haciendo que el mismo proceso de aprendizaje sea más funcional. En el siguiente apartado, se identifican y se analizan distintas teorías basadas en el proceso de aprendizaje en relación con las TI y la forma en cómo se relacionan unas a otras que permitirá que la propuesta de proyecto de esta documentación adopte posibles teorías en relación a la problemática antes estipulada.

En la tabla 2 se muestra un resumen de los antecedentes antes descritos, sólo se conserva el punto de origen más importante y todo aquello que fundamenta la importancia de dicho origen así como un contraste con la actualidad. Ésto nos permitirá contemplar los aspectos claves para entender los antecedentes antes mencionados.

Tabla 2. Resumen de los antecedentes del proyecto.

Concepto	Antecedente(s)	Proyecto(s) Inicial(es)	Contexto Actual
Educación	Siglo VIII, pedagogía como ciencia.	PLATO, material interactivo a través de una máquina.	Enfoques híbridos (e.g. <i>e-learning</i> .)
TI/Inteligencia Artificial	Conferencia de Dartmouth	Sistemas expertos, LMS, agentes basados en Turing.	Fuerte interdisciplinariedad con la educación.

2.3 Teorías del aprendizaje: la motivación

A continuación se darán a conocer las diferentes teorías del aprendizaje ya que son importantes de contextualizar para generar e indicar el enlace que existe con las TI en el ámbito de la educación, asimismo, se darán a conocer los diferentes tipos de motivación que existen, ya que la motivación será un medidor de rendimiento académico muy importante para el desarrollo de nuestro proyecto y finalmente se establecerán enlaces entre los tipos de aprendizaje y los tipos de motivación en el área de la educación en relación con las herramientas de las TI para poder analizar y dar seguimiento al marco conceptual de éste proyecto, donde se abordarán los aspectos discretos y técnicos respecto a la generación de agentes inteligentes enfocados al aprendizaje.

En base a la investigación de Badyal [32], existen varias teorías del aprendizaje que se han propuesto a través de los tiempos:

- **Conductismo.** Se basa en la idea de que la acción de aprender es un cambio de comportamiento en la dirección deseada gracias a un estímulo externo, esto es posible gracias a varias técnicas usadas, por ejemplo, reforzamiento, repetición, retroalimentación, entre otras.
- **Cognitivismo.** Se basa en la reestructuración cognitiva interna de una persona debido a los cambios que se presentan en su conocimiento. El individuo usa herramientas cognitivas como la percepción, memorización, procesamiento de la información entre otros mecanismos mentales para facilitar el aprendizaje.
- **Constructivismo.** Se basa en que una nueva comprensión de algo se construye a partir de un conocimiento previo, es decir, se genera aprendizaje empírico usando una reflexión crítica de lo que se sabe en relación con el conocimiento generado a partir de la experiencia.
- **Teoría sociocultural.** Se basa en que el aprendizaje es un proceso social y uno obtiene conocimiento en un contexto social. La persona se involucra en la comunidad aprendiendo y creando relaciones intra e interpersonales en relación con su ambiente que los rodea.
- **Teoría crítica.** Se basa en que el conocimiento se almacena en una sociedad gracias a la participación de todos y cada uno de los individuos en sus diferentes contextos (sociales, culturales, históricos, etc.).

- **Teoría humanista.** Se basa en que el conocimiento es más relevante a la formación personal y crecimiento humano de un individuo, con el objetivo principal de que la persona se vuelva autónoma y autodirigible.

El enlace entre estas teorías es debido a un factor común: la persona que aprende, que bien puede ser denominado como un estudiante del aprendizaje en general, es quien se vuelve un miembro activo y partícipe del conocimiento en todos sus aspectos. Muchos de los puntos de estas teorías se experimentan a diario en cada una de las personas en todas las comunidades en todo momento; desde aquél estudiante que procesa la información que le muestra a un profesor hasta los expositores profesionales de acuerdo a su área de expertise. El proceso de aprendizaje lo podemos definir entonces como: todas las acciones, cognitivas o físicas que permiten la obtención de conocimiento, teórico y/o práctico, y la nueva inserción de conocimiento procesada hacia el crecimiento personal y/o profesional.

Hay dos enfoques de interés para esta investigación: la teoría conductista y la teoría humanista. La teoría conductista propone el comportamiento como una respuesta ante un estímulo externo, este proceso es aprendizaje. Si adoptamos el concepto con la propuesta de nuestro proyecto; podemos atar varios elementos de la teoría con nuestro esquema del agente inteligente (como se muestra en la figura 3): las respuestas del agente serán los estímulos que se requieren para que el estudiante cambie su comportamiento de acuerdo a lo que lee, éste proceso en su totalidad es el aprendizaje que se desearía observar en el estudiante y la forma en que nosotros podemos medirlo es a través de su rendimiento académico.



Fig 3. Esquema del proyecto adoptando el enfoque conductista.

El otro enfoque, como se mencionó anteriormente, es el enfoque humanista. Aquí, se pretende que la persona se auto realice de acuerdo a los avances formativos y personales que cumple en cada bloque de la pirámide (como se muestra en la figura 4), de tal forma que el aprendizaje sea realizado por la iniciativa y altruismo del individuo.



Fig 4. Pirámide de Maslow [33].

Para este fin, se puede adoptar ésta teoría con nuestra propuesta de proyecto y los elementos se verían plasmados de ésta manera (como se muestra en la figura 5): nuestro agente actuaría como un medio por donde el estudiante pueda desempeñar sus habilidades académicas-competentes y gracias a la interacción del agente, el estudiante podrá analizar sus logros y sus errores, mismos que le permitirán observar sus fortalezas y sus posibles debilidad y en base a ello, motivarse para fomentar el cambio dentro de él mismo.

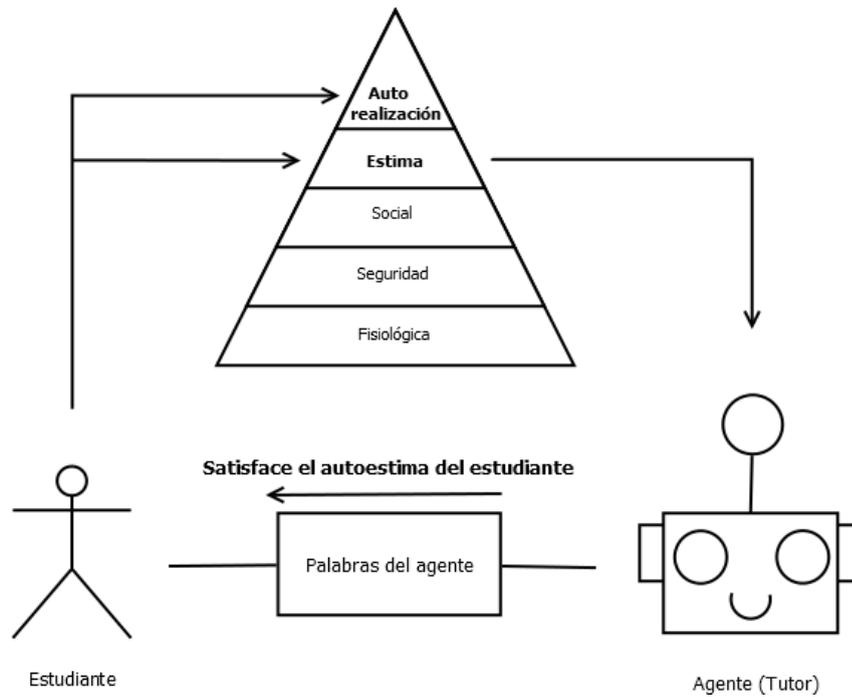


Fig 5. Esquema del proyecto adoptando el enfoque humanista.

La razón de elección de estos dos enfoques es por el deseo de alzar la motivación del estudiante a través del rendimiento escolar, donde en cualquier enfoque adoptado, el agente actuará como un intermediario que influirá en el proceso de aprendizaje del estudiante. Independientemente del enfoque adoptado, cabe mencionar que el factor influyente de alta prioridad en cualquiera de los casos es la motivación, ya que es el principal elemento que determina los deseos de realizar una actividad y es un factor muy importante en el proceso del aprendizaje y en base a las teorías mencionadas anteriormente, entonces se pueden definir los tipos de motivación existentes. De acuerdo a García-Allen [34] y Llanga [35], podemos describir varios tipos de motivación que podrían influir en el proceso de aprendizaje:

- **Motivación extrínseca.** Es aquella en donde la persona realiza una acción o meta con el fin de un aprecio externo, sintiendo satisfacción al momento de cumplir con las expectativas de algo fuera de nuestro control. Por ejemplo, el dinero que se obtiene al cumplir con un cierto trabajo; siendo el dinero el motivador externo que impulsa a las personas a realizar una tarea o actividad laboral.

- **Motivación intrínseca.** Es donde la persona siente satisfacción por el simple hecho de realizar la actividad, sin esperar algún tipo de premio externo. Por ejemplo, algunas personas tienden a tener pasatiempos en donde se pretende estar satisfechos con el simple hecho de realizar la actividad.
- **Motivación positiva.** Es aquella en donde la persona realiza una actividad esperando un aprecio instantáneo, por ejemplo, un estudiante que se le da la opción de participar en clase y obtener un punto al instante en su calificación del semestre.
- **Motivación negativa.** Es esa donde la persona realiza la actividad con el fin de evitar consecuencias negativas o castigos por no realizar la actividad, por ejemplo: el trabajador realiza sus actividades para no ser despedido, ya que depende del trabajo para generar sus ingresos de supervivencia.
- **Motivación básica.** Es el interés base y propio que existe dentro de una persona por una tarea o actividad en particular.
- **Motivación cotidiana.** Es aquella donde existe un aprecio al instante de terminación de una actividad realizada en rutinas.
- **Motivación centrada en el ego.** Es aquella en donde la persona tiene deseos de realizar una actividad y comparar sus resultados con el de otro participante, es una forma de motivación centrada en la competitividad.
- **Motivación centrada en tareas.** Es aquella en donde la persona tiene deseos de superación, formación y dominio de una cierta actividad con la finalidad de ser mejor por cada instancia que realiza la actividad.

Existe una relación entre la motivación que tiene una persona por el estudio hacia una cierta materia, así como se había mencionado en los trabajos de investigación abordados previamente, pero también se debe de considerar que los diferentes tipos de motivación existen en las personas de forma que se sobrelapan y la relación que existe con las teorías del aprendizaje, indican que la motivación es un factor principal que permita al estudiante ejercer el aprendizaje en el enfoque deseado. Ésto es debido a que las personas tienen diferentes respuestas en motivación a los elementos del mundo que ellos perciben, por ejemplo, en la teoría del conductismo la motivación se genera como una acción al percibir un estímulo externo, en este caso la decisión que toma la persona es a base de una cierta presión.

En la tabla 3 se muestra un resumen de los conceptos que son de relevancia para éste proyecto así como las definiciones de dichos conceptos así como las dos posibles enfoques que puede llevar el desarrollo de éste proyecto.

Tabla 3. Resumen del apartado.

Concepto(s)	Definición
Teorías del Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ● Conductismo. ● Cognitivismo. ● Constructivismo. ● Teoría sociocultural. ● Teoría crítica. ● Teoría humanista.
Tipos de Motivación	<ul style="list-style-type: none"> ● Motivación extrínseca. ● Motivación intrínseca. ● Motivación positiva. ● Motivación negativa. ● Motivación básica. ● Motivación cotidiana. ● Motivación centrada en el ego. ● Motivación centrada en tareas.
Relación(es)	<p>El aprendizaje se identifica como objeto central en todas las teorías del aprendizaje, y la motivación es uno de los factores que incita a la fuerza de voluntad para fomentar el aprendizaje de un individuo.</p>
Dimensiones del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ● Enfoque conductista ● Enfoque humanista

2.4 Agentes Inteligentes

Ahora que conocemos las teorías de aprendizajes, y su relación con la propuesta de proyecto es necesario elaborar respecto a las definiciones conceptuales que involucran directamente la realización del proyecto, es decir, las investigaciones y teoría relevante al desarrollo de los agentes inteligentes. A continuación, se darán a conocer todos los conceptos técnicos relevantes a lo que son los agentes inteligentes o agentes racionales ya que la propuesta de este proyecto consiste en la creación de un agente. Se desarrollarán las definiciones clave, sus clasificaciones, antecedentes y los análisis realizados orientados a ciertas disciplinas, incluyendo el área de educación.

Elaborando respecto a los antecedentes de los agentes, así como lo menciona Rudowsky [36], fue en los 60's cuando el área de la computación y la inteligencia artificial estaba en auge gracias a los avances tecnológicos como los sistemas expertos, sistemas de conocimiento, robótica, visión de computadora; fueron las técnicas de inteligencia artificial que empezaron a tener una fuerte influencia en el desarrollo y sustento de los agentes modernos. Los agentes inteligentes o multi-agentes llevan a cabo sus funcionalidades usando, generalmente, técnicas de inteligencia artificial; en la misma obra de Rudowsky [36] se menciona que, a pesar de la implementación de la inteligencia artificial en los agentes inteligentes, estos se sustentan primordialmente en ciencias computacionales, a pesar de que muchos si utilizan, hasta cierto punto, herramientas y técnicas de resolución de problemas derivadas de la inteligencia artificial.

Ahora que sabemos el contexto de los agentes y su relación con la inteligencia artificial, se definirá el concepto de agente. Existen varias definiciones respecto a lo que es un agente inteligente e incluso existen definiciones de varios autores que determinan que un agente es inteligente siempre y cuando se cumplan con ciertos criterios, entre las definiciones tenemos la de Wang [37] en donde contrasta de forma analítica la definición de la inteligencia humana con la inteligencia de un agente a través de los componentes que existen entre ambos, esto es asumiendo, que tanto el humano y la computadora tienen una secuencia de percepciones, estados y acciones, respectivamente.

De acuerdo a lo mencionado, entonces es posible crear una definición que concuerde con la anterior: un agente, es aquel producto de la computación y/o robótica que, basado en el humano, posee la capacidad de percibir, llevar ciertos estados de control y tomar una acción (decisión) que apoya a una persona de acuerdo a la funcionalidad, singular o múltiple, para la cual se creó. En base a esto, nos permite identificar las características que destacan entre la inteligencia de un agente y un humano; mientras que el humano puede ser una comprensión compleja o conveniente para ciertos casos, el agente inteligente radica en ciertas capacidades de un humano para denominarse como tal. De acuerdo a la Universidad de Toronto [26] existen varios tipos de agentes racionales:

- **Agentes de reflejo simple.** Aquellos que operan en el estado del ambiente actual, sin considerar percepciones anteriores, una de sus características principales es que son de simple funcionalidad.
- **Agentes de reflejo basado en modelo.** Actúan en el ambiente actual al igual que los agentes de reflejo simple, la diferencia es que éste mantiene un registro de percepciones, de una manera u otra.
- **Agente orientado a metas.** Incorporan metas en su proceso de toma de decisiones al identificar y realizar una acción, tratando de alcanzar un cierto estado, tomando en cuenta el impacto de sus decisiones.
- **Agentes de utilidad.** Es aquél donde integra pesos a cada posible acción que podría ejecutar de tal forma que le permita tomar una decisión óptima y/o eficiente, basándose en un medidor de 'satisfacción' que toma mayor ponderación.
- **Agente basado en aprendizaje.** Es aquél donde el agente experimenta con varias acciones e intenta ejecutar el conjunto de acciones que otorgue un resultado óptimo; usa análisis de su base de datos, evaluación de rendimiento, mecanismo de aprendizaje, etc.
- **Agente múltiple.** Agentes más complejos ya que combinan aspectos parciales o totales de los anteriores, permitiéndoles solucionar problemas más diversos.

En cuanto al estado del arte de los agentes inteligentes, tenemos los siguientes trabajos:

Para el área de educación digital, tenemos el trabajo de Li [38] donde se elabora sobre el potencial que tienen los agentes inteligentes al desarrollo del marco de

educación a distancia para tener mejor interoperabilidad, personalización de estudio y accesibilidad para los estudiantes de tal forma que se puedan desarrollar más estudios, análisis e integración al campo real de la implementación de agentes inteligentes para e-learning. Así como se mencionó en el apartado 2.2, existe un superpuesto entre la inteligencia artificial y otras disciplinas, así como la medicina y la educación, que fueron desarrollando más soluciones a problemas complejos gracias a la integración de las tecnologías derivadas de las ciencias computacionales como la inteligencia artificial y los sistemas tecnológicos derivados de las tecnologías de la información.

De acuerdo al trabajo de Njenga [7], los agentes inteligentes implementados al m-learning (definido en el mismo trabajo como educación móvil) muestran resultados positivos en cuanto al desarrollo del aprendizaje colaborativo en cuanto a la fomentación de discusión y retroalimentación informativa. Se realizaron dos experimentos en donde se usaban dos agentes para satisfacer dos aspectos (participación grupal y conflictos cognitivos): el primer experimento consistió en 364 mensajes generados por 90 estudiantes quienes fueron partícipes de discusiones virtuales grupales, para decidir si los mensajes eran realmente contribuyentes a la discusión del conocimiento del tópico actual de clase, se utilizaron medidores para etiquetar y/o evaluar los mensajes, si los medidores califican el mensaje con un cierto número que estuviese dentro de los rangos aceptables se consideraba como una aportación aceptable, incluso existe un tercer mediador que actúa en caso de que los medidores no pudiesen estar de acuerdo con su criterio de evaluación.

Los grupos de control tenían con una media de conocimiento menor (6.91) que los grupos que usaban los agentes (8.36 para el grupo que usaba el agente informativo, 8.56 para el grupo que usaba el agente de discusión por turno), de esto se infería que los grupos que usaban los agentes tenían resultados más altos que los que no usaban agentes, en otras palabras, la implementación de agentes reguladores de participación grupal mostraban altos niveles de satisfacción de resultados que permitieron ver que la construcción de conocimiento entre las discusiones reguladas eran más efectivas y por ende, fomentaban más el aprendizaje grupal.

El segundo experimento consistía en 324 mensajes creados por 30 estudiantes donde los medidores fueron los mismos que en el primer experimento, los resultados

mostraron que los grupos que usaron los agentes (7.54 usando el agente de negociación guiada, 6.72 usando el agente de rol) obtuvieron una media de construcción de conocimiento más alta que el grupo de control (5.00 sin usar agentes), éstos resultados mostraron que los agentes permitieron adquirir un mejor rendimiento en el aprendizaje grupal de los estudiantes gracias a su forma de actuar y calificar las discusiones de los estudiantes.

Con base a lo que menciona Njenga [7] en sus conclusiones, los experimentos fueron un éxito y lograron fomentar el aprendizaje en los estudiantes al permitir que éstos se vean involucrados en discusiones grupales donde exista la retroalimentación de la información, la regulación de participaciones por turnos, la negociación guiada por un moderador y el flujo de la discusión fomentada por parte de los estudiantes cuando se les asigne a alguno de ellos como moderador. En este caso, la teoría de aprendizaje con mayores rasgos fue la teoría sociocultural, ya que fue gracias a la colaboración entre los estudiantes en sus mismos grupos de conocimiento que permitió el aprendizaje a través de los agentes que regulan la interacción entre los estudiantes y la información que nace de la discusión.

El siguiente trabajo de Liu [17], nos muestra un método de aprendizaje híbrido para entrenar sistemas de diálogo orientados a tareas: se propone una red neuronal de memoria de corto plazo que codifica el diálogo en una secuencia de turnos, lo que escriba el usuario en lenguaje natural será codificado a través de la red neuronal, y esto a su vez es la entrada del sistema de diálogo de la red neuronal que le permite retener el estado actual del diálogo, basado en eso el modelo realiza una distribución probabilística usando las variables necesarias para decidir valores para las metas y esto permite generar un query de petición a la base de conocimiento, finalmente el sistema genera un diálogo de respuesta usando la información previa (el estado actual del diálogo, el query de petición del sistema de diálogo, las metas y el query del usuario codificado) usando un generador de lenguaje natural.

De acuerdo a sus resultados obtenidos usando aprendizaje supervisado, imitación humana y aprendizaje reforzado corroborado con los datos obtenidos que presenta el trabajo mismo, usando el Turco Mecánico de Amazon como evaluación de parte de un recurso humano, el proceso de aprendizaje del modelo propuesto se infiere como un

avance positivo en el aprendizaje y satisfacción de resultados: el modelo, a través de un dataset de prueba, adquiere buen rendimiento a través de la imitación humana, éste a su vez se usa como base ante un aprendizaje reforzado el cual eleva el rendimiento del modelo aún más y finalmente se evalúa ante humanos que permite que el modelo actualice sus estados de diálogo y acciones de respuestas de query a un nivel más óptimo.

Continuando con los trabajos existentes, tenemos a Martha [39], que presenta una reseña de literatura existente relevante a la creación e implementación de agentes pedagógicos usados entre 2007 y 2017 y sus impactos en el ambiente de aprendizaje. El trabajo también presenta una tabla de variables independientes y dependientes al momento de construir un avatar en 3d quien actuará como el agente pedagógico ante el estudiante, sin embargo, existen dos variables que el trabajo considera importantes: la visualización del agente y su rol en el aprendizaje. Tal y como se indica en el trabajo, entre los trabajos investigados se encuentra que el 40% se enfocan en el rol del agente, el 38% en la apariencia del agente y el 22% en ambas variables. De entre estos datos, el resultado final de la implementación de agentes con resultado satisfactorios de acuerdo a la investigación fue que el 76% de los trabajos investigados muestran impactos significativos al momento de implementar agentes pedagógicos.

En el siguiente trabajo, Dinçer [8] nos muestra el impacto que pueden tener los agentes pedagógicos en el estudiante, relevantes a ciertos factores de aprendizaje y de formación personal, entre ellos, la motivación. El propósito del trabajo fue la de investigar los efectos de un agente pedagógico (en donde el estudiante pueda ver al agente, es decir, usando un avatar en 3d) en relación con el rendimiento académico, la motivación y la carga cognitiva de los estudiantes, en donde se abordan dos aspectos: una es el impacto del uso de un agente y el otro es el uso opcional de multi-agentes pedagógicos atados a un software o programa de enseñanza a base de instrucciones.

Con base a los resultados obtenidos en su investigación, Dinçer [8] describe que el uso de los agentes pedagógicos tienen un efecto importante en el rendimiento académico de los estudiantes y recomienda la implementación de los mismos en programas de instrucción computacional, mientras que la personalización del avatar queda a disposición del estudiante ya que un agente con un avatar predeterminado tiene

un mejor rendimiento en la carga cognitiva del estudiante y su motivación, en otras palabras, la personalización del avatar no tiene mucho impacto en los factores de aprendizaje, sin embargo, las preferencias de los estudiante tienden a ser dependiendo de varios factores (por ejemplo, el avatar sea del mismo género que el estudiante) por lo que deja éste punto de personalización como un aspecto abierto e invita a investigaciones futuras.

Por último, tenemos el trabajo de Lin [40] que nos muestra los beneficios que puede brindar un agente pedagógico a través de un estilo de instrucción a base de conversación. Uno de los propósitos principales del estudio fue investigar los efectos que un agente pueda tener cuando éste tiene un avatar presencial e investigar el impacto del estilo de diálogo en el proceso de aprendizaje. Los resultados fueron generalmente positivos con aspectos variados: el aprendizaje se vuelve más interesante con un avatar presentado ante el estudiante, el aprendizaje con un estilo de diálogo conversacional incrementa la retención del estudiante, pero también incrementa su presión y por último, el agente pedagógico dando instrucciones en estilo de diálogo conversacional incrementa el esfuerzo mental del estudiante pero al no usar un agente visual la dificultad del tema es menor.

La tabla 4 consiste en las ventajas y desventajas de varios trabajos relacionados que usan de la tecnología de agentes inteligentes contrastando la propuesta del proyecto; el propósito es dar a conocer los beneficios que brinda el agente propuesto en ésta documentación.

Tabla 4. Comparativa de ventajas y desventajas.

Trabajo(s)	Ventaja(s)	Desventaja(s)
Njenga [7]	Dos agentes, texto proactividad asertiva, mediador.	Fuerte dependencia de instrucciones, texto únicamente.
Dinçer [8]	Varios estilos de conversación, comunicación afín al estilo de comunicación, avatar 3D.	Algunos estilos usan sólo texto, el avatar 3D no tiene animación o gesto.

Li [38]	Definición de agentes inteligentes orientados a la educación, propuesta de agente como organizador de varias tareas del instructor y estudiante, propuesta de agente como organizador de varias tareas del instructor y estudiante.	No muestra al agente con las funciones mencionadas.
Propuesta de Proyecto	Avatar 3D, animación, texto afectivo, tutorial de uso, interacción usando chat-box.	Diseño de interfaz de usuario, uso local.

Ésto concluye la parte de trabajos relacionados respecto a los agentes inteligentes en el área de educación y se puede inferir que hay bastante avance en la disciplina. Está claro que los efectos que brinda un agente pedagógico a un estudiante son buenos resultados; de acuerdo a los estudios y resultados de las investigaciones mencionadas anteriormente, los estudiantes tienden a sentirse motivados al tener un agente virtual presente quien está actuando con el papel de instructor, tutor u orientador del tópico de la materia académica. El propósito de nuestro trabajo de investigación, involucraría la replicación de aquellos aspectos que se analizaron en esos trabajos de investigación para corroborar dichos hallazgos.

En la tabla 5 se muestra un resumen de los conceptos abarcados previos a los trabajos relacionados que nos indican la definición clave, las clasificaciones mencionadas y un punto de origen de dichos conceptos.

Tabla 5. Resumen de conceptos.

Concepto(s)	Definición
Agente Inteligente	Sistema que utiliza la percepción para el procesamiento lógico, dando una inferencia o respuesta ante una cierta situación o evento.
Clasificaciones	<ul style="list-style-type: none">● Agentes de reflejo simple.● Agentes de reflejo basado en modelo.● Agentes orientados a metas.● Agentes de utilidad.● Agentes basados en aprendizaje.● Agente múltiple.
Antecedente(s)	Derivan de las ciencias computacionales, usando herramientas de IA. Su definición es en base a la percepción e interpretación humana.

Así mismo, la tabla 6 muestra una síntesis de los trabajos relacionados que son de alta relevancia para el desarrollo del estado del arte y sirven como fundamento para las bases de contextualización, justificación y desarrollo de los objetivos de éste proyecto de tesis, dicha tabla muestra las propuestas y hallazgos finales de las obras.

Tabla 6. Síntesis de trabajos relacionados.

Trabajo(s)	Objetivo(s)	Conclusión(es)
[38]	Fomentar investigación y desarrollo de análisis de interoperabilidad en la disciplina de educación usando agentes inteligentes.	Los agentes inteligentes deben de usarse como apoyo, no como sustituto del profesor, se recomienda tener una buena implementación del agente.
[7]	Implementación de agentes inteligentes en el m-learning.	Resultados favorables, el aprendizaje a través de la discusión grupal en línea es posible a través del marco de educación a través de celulares.
[17]	Método de aprendizaje híbrido para entrenar sistemas de diálogo orientados a tareas.	El buen rendimiento del modelo permite que el sistema aprenda gracias a la imitación humana y la interacción constante con humanos.
[39]	Colección de literatura de agentes pedagógicos desarrollados y sus impactos en el aprendizaje.	La implementación de agentes aparentemente brinda mayor porcentaje de satisfacción de motivación y rendimiento en los estudiantes.
[8]	Impacto de agentes pedagógicos en los estudiantes: motivación y	Los agentes favorecen el rendimiento escolar en los programas de computadora

	carga cognitiva.	de tipo instruccional.
[40]	Beneficios de un agente pedagógico de instrucciones usando un estilo conversacional.	Resultados favorables, la implementación de agentes conversacionales trae consigo ciertos aspectos que podrían considerarse como beneficiosas con una cierta desventaja.

2.5 Antecedentes y contexto del proyecto de intervención

Recordando sobre los antecedentes del proyecto de ésta documentación, así como la literatura existente que refuerza el hecho de crear y diseñar agentes inteligentes orientados a la educación para alzar la motivación del estudiante, se permite tener un panorama beneficioso cuando se piensa en la elaboración de un sistema capaz de tener el papel de orientador y/o intermediario del manejo del material de estudio y herramientas para el control del aprendizaje que actúa como un apoyo tanto para el estudiante como para el profesor. El antecedente que rodea a la propuesta del proyecto de intervención de ésta documentación recae en un trabajo importante realizado precisamente para llevar a cabo los aspectos que presenta una educación digital usando las herramientas de soporte como los agentes inteligentes afectivos que permitan tener una forma de orientación afín a un cierto estudiante.

Estamos hablando de los trabajos de Jiménez [41], [42]; cuyas obras muestran una propuesta afín con los aspectos mencionados en la literatura investigada sobre la motivación y el enfoque de soporte de los agentes inteligentes y es una obra fundamental para la elaboración de la propuesta mencionada en ésta documentación. En la obra de Jiménez [41] se propone un sistema tutor inteligente para el autodidactismo de los estudiantes llamado TIPOO, cuyo propósito principal es dar a conocer la forma en cómo debería de dar una retroalimentación afectiva cuando se tienen los agentes inteligentes como intermediarios en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La propuesta de

Jiménez [41] finaliza en la presentación de sus diseños de implementación e integración modular de cada uno de los aspectos que menciona, así como recomendando tres trabajos futuros para futuros avances en la problemática que menciona. Entre esos trabajos futuros se tiene la creación de un set de datos de palabras afectivas y la integración de un avatar 3D en el sistema.

Siguiendo a los mismos autores, se tiene el siguiente trabajo de Jiménez [42], donde el propósito del trabajo fue a dar a conocer los resultados obtenidos después de una serie de experimentos realizados con el sistema tutor inteligente TIPOO aplicado a estudiantes para evaluar y analizar el modelo de afectividad propuesto en el mismo trabajo, dicho modelo se presenta con una cierta ontología y clasificación de los elementos partícipes en el proceso de comunicación de la interacción estudiante-agente, los resultados fueron favorables y describen que el modelo propuesto es efectivo cuando se integra al sistema tutor inteligente.

Los trabajos mencionados fueron los cimientos en los cuales la propuesta del proyecto de intervención de ésta documentación fue creada, y fue bajo la asesoría y permiso del seguimiento de trabajos futuros de los investigadores de las obras de Jiménez [41], [42]; los cuáles se pretende dar seguimiento para la elaboración y culminación de la propuesta del proyecto de intervención de ésta documentación, finalizando con la integración del avatar 3D animado así como el manejo de la retroalimentación afectiva dirigida a estudiantes. Las tareas y actividades realizadas en el proyecto de intervención se narran con más detalles en el capítulo 4.

Dado a lo anterior, el contexto actual que sitúa en la presente propuesta del proyecto de intervención se narra en los párrafos del capítulo 4; comprende los diseños de la propuesta del proyecto de intervención, que fue basado en los trabajos futuros mencionados en las obras de Jiménez [41], y culmina en la situación actual del proyecto de intervención, dando a conocer los recursos necesarios para llevar a cabo la replicación de dicha propuesta. En el capítulo 4, se elaborará sobre el diseño de la propuesta del proyecto de intervención.

Capítulo 3. Metodología de investigación

A continuación, se describirán las estrategias metodológicas que se llevaron a cabo para evaluar la problemática del proyecto. Se darán detalles respecto a los enfoques metodológicos; sus relaciones con la problemática y el enfoque teórico planteado anteriormente en los capítulos 1 y 2, respectivamente. Se mostrarán detalles sobre la muestra seleccionada para llevar a cabo el proceso de pruebas del proyecto de intervención, así como las características de la muestra. Se elaborará respecto a los instrumentos utilizados para llevar a cabo el proceso de captura de datos de la muestra. Por último, se darán detalles sobre el proceso de análisis de datos que se utilizó para ver las relaciones existentes entre los datos obtenidos y las dimensiones que se abordan en éste proyecto.

3.1 Metodología para la realización de diagnóstico

Un principio paradigmático de éste proyecto es el beneficio que brindan las Tecnologías de la Información sobre todos los sectores. Elaborando sobre ésto, las Tecnologías de la Información han tenido un gran impacto en la sociedad gracias a la existencia de datos y necesidades tiempo-costo que surgen en diversos rubros: desde empresas, gobierno, educación, ciencia, mercado, etc., siempre se ha tenido en cuenta que las Tecnologías de la Información son una gran herramienta para cualquier disciplina, incluso existe toda una literatura y enseñanza enfocada hacia la creación y diseño de sistemas de información orientadas a optimizar procesos de todo tipo. En la educación, las Tecnologías de la Información han creado ambientes donde tanto estudiantes como profesores pueden tener una mejor calidad de aprendizaje.

Otro principio que sustenta la metodología empleada es también relevante a las Tecnologías de la Información: el usar las Tecnologías de la Información como herramientas de soporte para la educación, haciendo que el estudiante pueda tener una mejor forma de comprender el material de estudio que se imparte. Siendo éste un punto clave del propósito de éste proyecto, las Tecnologías de la Información permiten comprender el material de estudio de una forma distinta a la educación tradicional que, retomando lo mencionado en el capítulo 2, era a forma de exposición, el estudiante tenía que usar su percepción innata para imaginar y tratar de comprender lo que el profesor

estaba explicando. Una de las más grandes ventajas que proveen las Tecnologías de la Información en la educación es el acceso a la información que se obtiene de diversas partes del mundo, en donde dicha información proviene de fuentes interconectadas, de ésta manera, el conocimiento se enriquece.

La relación que existe entre éstos principios mencionados con la problemática establecida en el capítulo 1 es en relación a la comunicación que existe entre el estudiante y el profesor, nuevamente retomando lo que se mencionó en el capítulo 2, en la educación tradicional el profesor expone el tema y en base a eso, deja las tareas y actividades a ser entregadas como al profesor lo cree conveniente, el esquema de la comunicación (como se muestra en la figura 1) se veía constantemente en efecto, simultáneamente, se empleaba retroalimentación de los temas entre el estudiante y el profesor (como se muestra en la figura 2), el intercambio se realizaba de esa forma. Recordando la problemática: usando las palabras equivocadas o erróneas puede hacer que el estudiante interprete negativamente el contexto, afectando su aprendizaje. Por lo tanto, el uso de las Tecnologías de la Información respecto a la forma de dar retroalimentación, incluyendo aspectos como herramientas y formas de visualizar el contenido de estudio, manejo de los materiales, etc., el estudiante tiene mejor oportunidad de mejorar la calidad de su aprendizaje, minimizando la interpretación negativa del contexto.

En relación con el enfoque teórico (como se narra en el capítulo 2), tenemos lo que es el enfoque conductista y el enfoque humanista. Las Tecnologías de la Información permiten que las personas o usuario se adapten al diseño y la forma de manejar la información, de tal forma que el usuario pueda comprender el funcionamiento de las mismas, ésto conlleva a crear cierto conocimiento sobre el buen uso de las Tecnologías de la Información (séase desde un enfoque conductista o humanista) en donde el punto clave era la adopción de las Tecnologías de la Información, especialmente cuando se habla de un estudiante y/o profesor: ambos aprenden a usar un cierto sistema de información, después de cierto tiempo de práctica con el sistema, ambos tienen la confianza y destreza suficiente para desarrollar proyectos que hacen uso de las Tecnologías de la Información o incluso involucrarse en el diseño de los mismos. Esto culmina en las aportaciones del individuo a la sociedad en donde se quiera ver progreso en cualquiera de sus aspectos.

Respecto a las ventajas y limitaciones de los principios antes mencionados, se tiene la tabla 7 que enlista cada una de ellas; por un lado tenemos las ventajas que nacen a partir del uso de las Tecnologías de la Información como un medio para el desarrollo de éste proyecto de tesis mientras que en la otra columna se enlista las posibles limitaciones que existen al momento de optar por dichos medios.

Tabla 7. Ventajas y limitaciones de los principios paradigmáticos del proyecto.

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> ● Destreza de las Tecnologías de la Información ● Fomentación del aprendizaje por participación del individuo ● Creación y diseño de potenciales Tecnologías de la Información orientadas a la educación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dependencia estricta de dispositivos inteligentes. ● Uso erróneo o equívoco de las Tecnologías de la Información. ● Accesibilidad limitada, en base a los recursos físicos que se tienen.

3.2 Definición de la muestra

El tipo de muestra utilizado fue un muestreo intencional: la muestra consiste en estudiantes universitarios de ingeniería y licenciatura. Los criterios (características) de selección para la muestra fueron los siguientes:

- Estudiantes de nivel licenciatura
- Estudiantes que cuentan con un empleo o que no cuentan con uno
- Estudiantes que asisten a clases de manera semi-presencial y/o en línea
- Estudiantes que residen en el estado de Baja California (o en su caso, estudiantes que asisten a escuelas universitarias en el estado de Baja California de forma remota)

Los estudiantes de la muestra comparten los siguientes elementos:

- Familiarización con las Tecnologías de Información
- Uso dependiente de la computadora, laptop y/o celular para su desarrollo académico

La tabla 8 nos describe la muestra con los datos estadísticos obtenidos durante la fase de experimentación, el propósito de la tabla es dar a conocer detalles respecto a ciertos datos de la muestra que se plantean en el capítulo 3 de ésta documentación.

Tabla 8. Descripción de la muestra.

Dato	Categoría
Edad	<ul style="list-style-type: none"> ● 18-22 años ● 23-27 años ● Arriba de 28
Género	<ul style="list-style-type: none"> ● Masculino ● Femenino
Promedio	<ul style="list-style-type: none"> ● 70-80 ● 81-90 ● 91-100
Carrera	<ul style="list-style-type: none"> ● Ing. Informática ● Ing. Sistemas ● Ing. TIC's

3.1 Estrategias de obtención y análisis de datos

A continuación, se dará a conocer detalles respecto a los datos que se obtuvieron a través del experimento, así como la forma de obtener dichos datos usando los instrumentos que se creyeron convenientes para propósitos de adquisición de datos, señalando los datos que se obtuvieron y elaborando sobre las preguntas claves que se consideraron de alta relación con las preguntas planteadas anteriormente en el capítulo 1 de ésta documentación.

Los tipos de datos que se obtuvieron fueron datos cuantitativos y cualitativos, de los cuáles los datos cuantitativos nos muestran, de cierta forma, un aspecto claro y preciso sobre la interacción entre los usuarios con el sistema propuesto mientras que los

datos cualitativos nos muestran un punto de vista más profundo sobre la opinión y satisfacción general de los usuarios al momento de usar el sistema planteado.

La forma de adquisición de datos consistió en un cuestionario, realizado a través de Google Forms, de dos secciones: la primera sección plantea 10 preguntas respecto a la usabilidad del sistema. Dichas preguntas fueron elaboradas en base al formato del cuestionario de Escala de Sistema de Usabilidad (*System Usability Scale*, también conocido como *SUS* por sus siglas en inglés), el cuestionario *SUS* consiste en la elaboración de preguntas y premisas que permiten al usuario responder, en base a una escala de Likert (1 = es totalmente desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo), que tan de acuerdo o no están con la oración, la intención de cada oración es evaluar la interacción entre el usuario con el sistema [43] tal y como se muestra en la figura 6.



The image shows a Google Form titled "TIPOO. Cuestionario de Usabilidad". The form contains the following text:

A continuación, se realizarán varias preguntas respecto a la funcionalidad del agente virtual TIPOO así como preguntas relacionadas al usuario. El propósito es recaudar suficiente información para mejorar la forma de como TIPOO aprende sobre los usuarios y así, proveer mejor orientación y material de estudio hacia el estudiante.

Todas las preguntas aplicadas sobre todas las secciones son de efecto académico-científico.

Responde a las preguntas usando la siguiente escala (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

Este formulario registra automáticamente los correos de los usuarios de INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA. [Cambiar configuración](#)

Pienso que me gustaría usar TIPOO frecuentemente. *

Fig 6. Primera sección del cuestionario: *SUS*.

La segunda sección del cuestionario aplicado (como se muestra en la figura 7), consiste en obtener datos estadísticos de los participantes, la intención aquí es obtener datos con los cuáles nos permitan analizar ciertos aspectos que podrían tener en relación con las respuestas finales y las interacciones que obtuvieron en el sistema, tal y como lo muestra la figura 7. Las preguntas que se plantearon fueron las siguientes:

- Edad del participante.
- Género del participante.
- Promedio académico del participante.
- Carrera cursante actual del participante.

Sección 2 de 3

Cuestionario estadístico.

A continuación, se realizarán preguntas dirigidas hacia el usuario con la finalidad de obtener un perfil básico que nos ayude a analizar y comprender la información que se obtuvo en la sección anterior.

Edad: *

18-22

23-27

Arriba de 28

Género: *

Hombre

Fig 7. Segunda sección del cuestionario: datos estadísticos.

Los instrumentos para llevar a cabo el experimento fueron los siguientes:

- Instrumentos físicos.
 - Computadora de escritorio/laptop
 - Punto de acceso/módem de internet con conexión a internet
 - Micrófono
- Instrumentos no físicos.
 - Programa de acceso remoto a equipo de computadora.
 - Programa de reuniones virtuales.
 - Sistema con el cual los estudiantes interactúan.
 - Conexión a internet (WiFi)
- Otros.
 - Cuenta de Google vía correo electrónico ITT (para llenar formulario).

Una vez que ambas partes están preparadas para el experimento, se dan las instrucciones con las cuales los estudiantes deben de interactuar con el sistema, dicha interacción con el sistema se muestra en la figura 8. La forma en cómo se dió acceso a los participantes al sistema del agente virtual fue a través de un programa de tercero conocido como TeamViewer, este programa permite conexiones de acceso remoto a un equipo por medio de una clave de acceso, el dispositivo ingresa la contraseña junto con la id del equipo al cuál se desea conectar y una vez ingresada y enviada la petición, la conexión se establece, permitiendo que el participante pueda interactuar con el sistema

alojado en el equipo del experimentador. Las instrucciones fueron dadas vía micrófono a través del programa Zoom, este programa permite crear y acceder a reuniones virtuales por medio de video/voz.

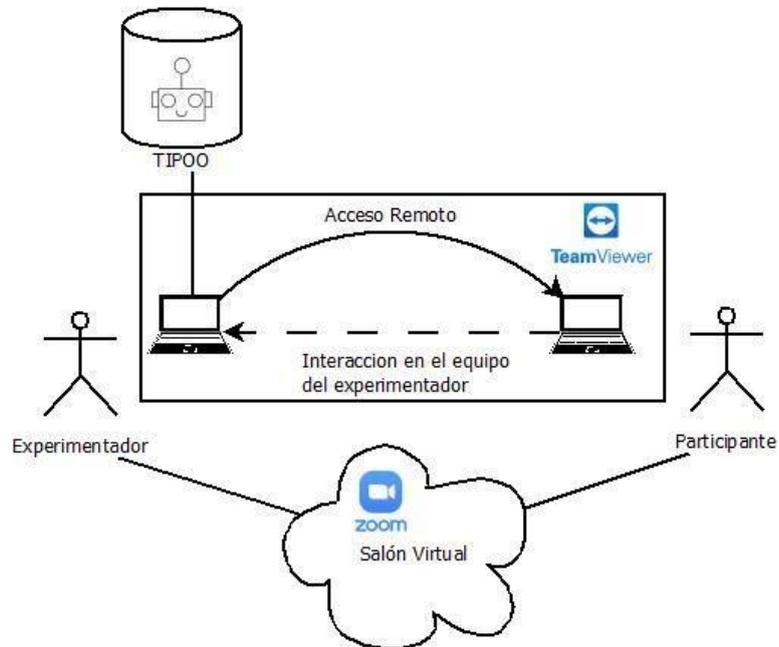


Fig 8. Diagrama de proceso de experimento.

La opción de usar un programa como TeamViewer permite el monitoreo de acciones de los participantes tales como la pantalla que el usuario ve, la velocidad del puntero del ratón, los lugares de la página donde el participante da click, entre otras. Dicho monitoreo nos permite ver la forma de interacción con el sistema planteando casos reales y únicos, tal y como lo menciona Paz [44]

Respecto a la sesión del experimento: el experimento consistió en 1 sesión cuya duración fue de 1 hora para su realización, cada participante tomó un plazo de 8 a 10 minutos para ejecutar las instrucciones para la captura de datos. La tarea consistía en hacer click en la caja de texto, escribir y enviar un tema selecto de estudio donde posteriormente el agente diera una respuesta con tono afectivo, acompañado de un material de estudio y una pregunta de retroalimentación que pide calificar si existió algún cambio de motivación en el estudiante, las tareas del estudiante y del agente durante la ejecución del experimento se muestran en la figura 9.

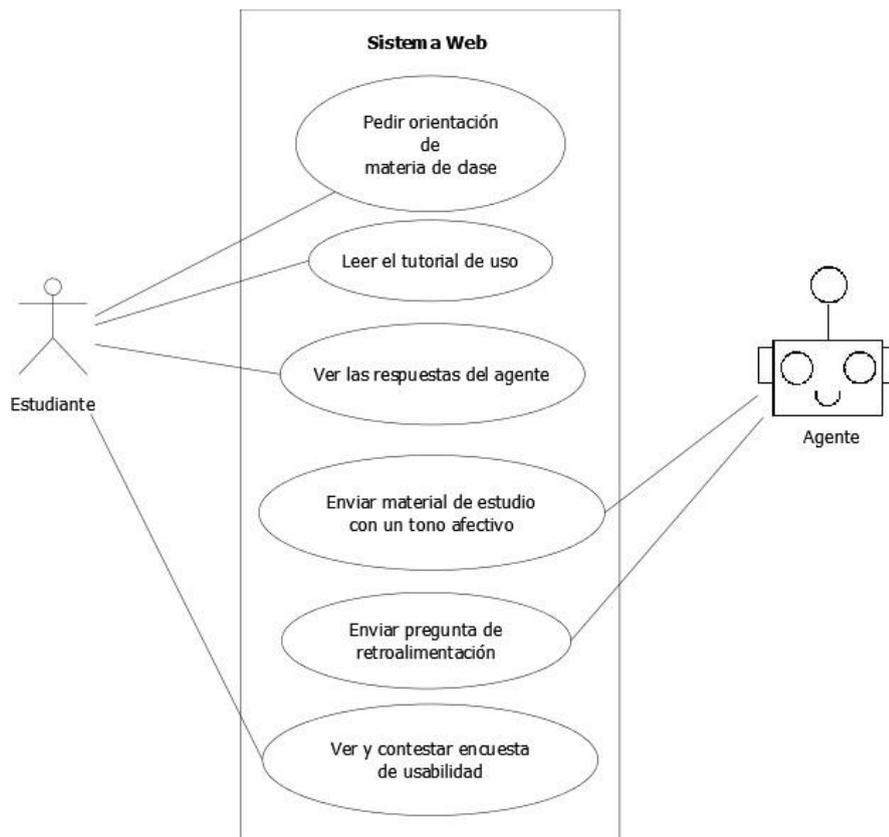


Fig 9. Caso de Uso, rol del estudiante durante el experimento.

Una vez realizado el experimento, los participantes accedieron a un enlace donde tendrían que contestar un cuestionario respecto a su interacción con el sistema, toda la información que se contestó se guarda en la nube y las respuestas son enviadas a los registros de respuestas del cuestionario para evaluar y pre-generar un archivo excel el cuál se puede exportar para futuros análisis sobre los datos en diversas plataformas de análisis de datos.

Los datos obtuvieron del experimento antes narrado fueron los siguientes:

- La satisfacción del estudiante al terminar la sesión con el agente inteligente.
 - Calificación de la forma de presentar el material de estudio.
 - Calificación en la forma de retroalimentación de las actividades del agente.
 - Calificación de la usabilidad del agente.
- La motivación del estudiante.

- Calificación en forma de retroalimentación por parte del agente respecto al material de estudio.
- Cuestionario de usabilidad del sistema y test de personalidad.

Los datos que se obtienen de la satisfacción del estudiante responde a la pregunta: ¿Un tutor virtual puede tener el mismo impacto en el estudiante al hablar con él que un tutor humano? Los datos que se obtienen de la motivación del estudiante responde a la interrogante: ¿Es posible hacer sentir al estudiante la motivación para aprender, usando un agente inteligente? Cabe mencionar un punto importante respecto a la obtención de la motivación como una métrica: por sí sólo no es posible asignarla como un número discreto, sin embargo, retomando lo que se mencionó en las subsecciones anteriores, es posible usar el grado de satisfacción con el sistema como una métrica que nos muestre aspectos relacionados a la motivación, ésto a su vez determinaría la afinidad y satisfacción que tiene el estudiante por sistema presentado y, por ende, el aprendizaje reflejado en sus respuestas.

Por último, la obtención de ambos datos, al momento de evaluarlas se puede obtener la información necesaria para responder a la pregunta central de este proyecto: ¿Cuál es el impacto de un agente inteligente que integra elementos no verbales del diálogo como gestos y expresiones faciales en la motivación de los estudiantes? Añadido a la obtención de datos cuantitativos, también es importante evaluar la retroalimentación de los estudiantes de forma abierta, ya que podemos inferir posibles análisis y conclusiones de acuerdo a lo que los estudiantes dicen, por ejemplo, gracias a respuestas detalladas por parte de los estudiantes se pueden realizar mejoras y actualizaciones en el sistema; cuyos aspectos podrían influir en la elaboración de los potenciales trabajos futuros.

A continuación, se presenta la elaboración del pre-análisis de los datos obtenidos; su organización y elaboración para el procesamiento de análisis de los datos que se obtuvieron durante el experimento planteado, asimismo, también se muestran diagramas y detalles que elaboran sobre el proceso de análisis de los datos realizados y la estructura de datos que se obtuvo a partir de ellas.

Una vez que los participantes interactuaron con el sistema mencionado, se les proporcionó un enlace que los envía a un formulario creado en Google Forms que consta de dos secciones: el cuestionario *SUS* y una encuesta estadística (como se muestran en las figuras 6 y 7), esta aplicación de la nube de Google permite la creación de formularios de cualquier tipo para realizar exámenes, cuestionarios, encuestas, etc., las respuestas que se enviaron son registradas en los formularios, de forma automática, cada vez que mandan la encuesta finalizada se actualiza la información con las respuestas de los participantes (para identificar participantes legítimos y evitar duplicados de respuestas, se permitió la opción fuera ingresada sólo por cuentas afiliadas al Instituto tecnológico de Tijuana). La figura 10 muestra la forma en cómo se dió el proceso de captura de información que conlleva a un pre-análisis de los datos.

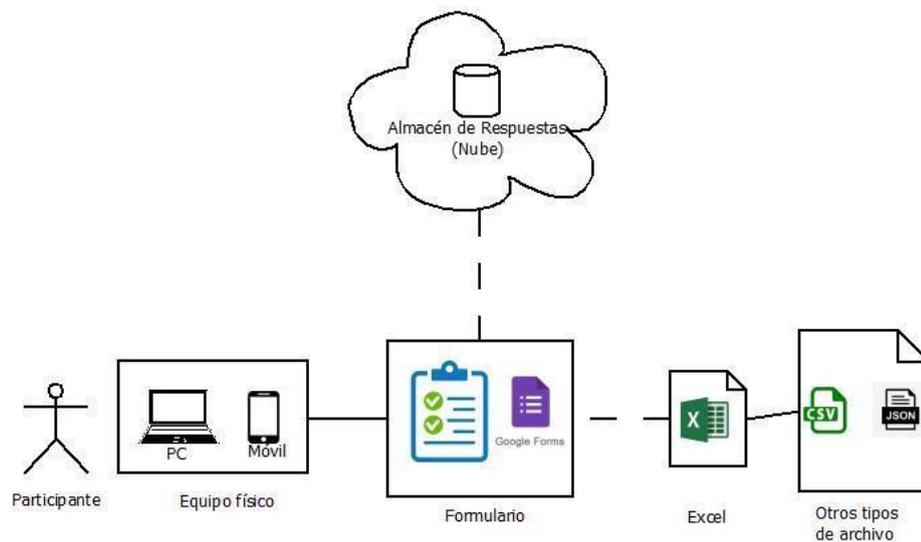


Fig 10. Diagrama de pre-análisis de datos.

Posteriormente, el creador de los formularios tiene la opción de generar en un archivo excel (archivo predeterminado por Google) la información de respuestas del cuestionario para que de ésta forma se pueda visualizar los datos obtenidos en una hoja de cálculo, dicho archivo puede posteriormente exportarse a otros formatos (json, csv, etc.) cuya extensión son soportados por diversas plataformas y programas dedicados a análisis de datos (por ejemplo, IBM Modeler SPSS y/o librerías dedicadas a la ciencia de los datos como Python o R).

Para detalles estadísticos de los datos tenemos los mismos gráficos generados por los formularios de Google Forms (cuyas gráficas predeterminadas son barras de pastel) que permiten visualizar las respuestas de los estudiantes desde un punto de vista estadístico, ésto añade más visualización de la información permitiendo crear más inferencias sobre los datos, dichos gráficos y proceso de análisis de datos se encuentra a más detalle en el capítulo 5 de ésta documentación.

Capítulo 4. Propuesta

A continuación, se dará a conocer el plan de intervención cuya descripción y elaboración consiste de varios puntos que marcan la contextualización y/o antecedentes del plan de intervención, el análisis del plan de intervención, el proceso de elaboración del plan de intervención, la interactividad de los participantes de la fase de experimentación con el proyecto propuesto, la culminación de actividades y tareas que satisfacen los objetivos de la propuesta de éste documento y por último, todos aquellos recursos y aspectos a considerar para poder replicar dicha propuesta de intervención.

4.1 Diseño de la propuesta: Hipótesis, ontología y plan de intervención

La hipótesis de acción planteada, con base en la problemática detectada y la justificación del proyecto de ésta documentación, así como la literatura y estado del arte respecto a los avances y situación actual de los agentes inteligentes en la educación, es la siguiente: la implementación de un elemento afectivo a un agente-tutor inteligente orientado a la educación mejora la motivación del estudiante al proveer retroalimentación de forma adecuada. Adoptando la hipótesis en forma de afirmación a las preguntas planteadas en el capítulo 1, dichas preguntas quedan redactadas de la siguiente forma:

- Pregunta central
 - El impacto que brinda un agente inteligente integrando elementos no verbales como gestos y expresiones faciales en la motivación del estudiante es positivo.
- Preguntas específicas/exploratorias
 - Es posible hacer sentir al estudiante los deseos de aprender usando a un agente inteligente.
 - Un agente inteligente no tiene el mismo impacto en el estudiante que un tutor humano.

En los siguientes párrafos, se da a conocer la ontología planteada en la elaboración del proyecto de intervención, así como los detalles que justifican los elementos y temas de elección para la realización de la ontología. Comenzando primero, con la definición de la palabra ontología, que cabe aclarar que los diversos autores reconocibles en la historia de la rama de la filosofía tienen su propia forma de expresar

e idear el concepto de ontología por lo que desde aspectos filosóficos la definición varía dependiendo del autor, a pesar de ello, es importante reconocer la etimología de dicha palabra ya que en los tiempos modernos, la misma palabra llega a definir el meta-diseño de los temas de interés de un proyecto usando las ciencias computacionales.

Partiendo de una definición universal filosófica de ontología que nos muestra el Diccionario de la Lengua Española [45], tenemos: “1. f. *Fil. Parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales*”. Con base a la anterior definición, podemos dar un significado propio de ontología como todo aquello que pertenece a un algo general y la relación con sus elementos, aplicado ésto en ciencias computacionales, la ontología puede ser definida como todas aquellos términos y temas relevantes de un concepto general, cuya relación permite situar el contexto de dicho concepto. En palabras más precisas, se trata del diseño del concepto en categorías; comprendiendo sintaxis, clases, relaciones, objetos, propiedades, semántica, instancias, etc.

Retomando los temas de introducción que se vieron en el capítulo 2 de ésta documentación, tenemos: educación, tecnologías de la información y motivación como puntos de partida, a partir de aquí, el ámbito específico de interés de ésta documentación es la de agentes inteligentes, relacionados a la inteligencia artificial y que forman parte de la rama de las ciencias computacionales, se puede crear una ontología basada en los conceptos anteriores.

Tenemos los siguientes conceptos que nacen a partir de la relación del tema de agentes inteligentes (el cual es la propuesta del proyecto de intervención) con las áreas en donde se desenvuelven los distintos aspectos del proyecto de intervención y su relación con la propuesta del proyecto de intervención los cuales se muestran en la figura 11:

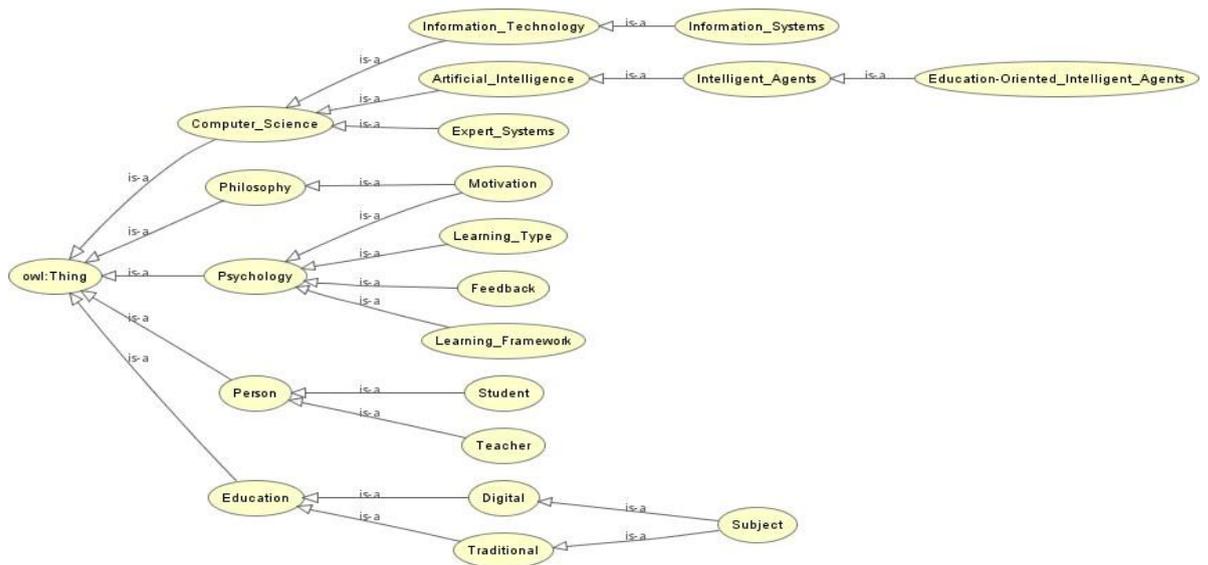


Fig 11. Diagrama ontológico del proyecto de intervención.

- **Ciencias computacionales.** El área principal en donde se elabora el concepto de la Inteligencia Artificial y otras subáreas, es en ésta clasificación donde se encuentran los conceptos de Tecnologías de la Información y la Inteligencia Artificial.
 - **Tecnologías de la Información.** En ésta clase, se encuentran todos los términos relacionados con el uso de las tecnologías para el procesamiento de la información, como lo son los famosos Sistemas de Información.
 - **Sistemas de Información.** Son aquellas tecnologías orientadas al procesamiento y conversión de la información en algo útil y de potencial para más procesamientos. Gracias a la interconexión de almacenes de datos con sistemas funcionales se puede tener un control de registros para muchos tipos de interacciones, como lo son las interacciones entre personas y agentes inteligentes.
 - **Inteligencia Artificial.** Una de las ramas de las ciencias computacionales, se encarga de la simulación de la inteligencia humana sobre las máquinas, de aquí es donde nace el concepto de agente inteligente.
 - **Agentes Inteligentes.** Aquellos sistemas capaces de percibir y dar una respuesta dado a un estímulo (como se narra en el capítulo 2.4).
 - **Agentes Inteligentes orientados a la Educación.** Agentes Inteligentes cuyo enfoque es al área de educación, el objetivo de éstos agentes es fomentar el proceso de aprendizaje y la

enseñanza, comúnmente, a través del *e-learning* y las bases de la inteligencia artificial, son usados como herramientas de soporte tanto por el alumno como el profesor.

- **Sistemas Expertos.** Son sistemas diseñados estrictamente para una cierta área o tópico en particular, resolviendo problemas similares a como lo haría un experto en dicha disciplina.
- **Filosofía.** Es la disciplina que se encarga del estudio y cuestionamiento del ser, y da una cierta inferencia respecto a la naturaleza del individuo y sus experiencias.
 - **Motivación.** Por la parte filosófica, es aquello que impulsa a un individuo a la realización de algo, el concepto abarca la forma de pensar de cada individuo y la mentalidad que se tiene hacia la vida; involucra pensamientos, la fe, cosmovisión, percepción del ser, etc.
- **Psicología.** Disciplina que se encarga del estudio de la mente humana y sus procesos cognitivos. Dentro de ésta disciplina se encuentra el concepto de importancia de éste proyecto: la motivación.
 - **Tipos de aprendizaje.** Los distintos tipos de aprendizaje que existen, de acuerdo a sus autores, que definen como un individuo comprende el conocimiento de lo que se imparte.
 - **Teorías del aprendizaje.** Así como los tipos de aprendizaje, existen teorías de aprendizaje que se encargan de definir el papel de un estudiante o individuo curioso por el aprendizaje, y la mejor forma en la que puede ejercer dicho conocimiento (como se narra en el capítulo 2.3).
 - **Motivación.** En términos psicológicos, la motivación es aquel proceso mental en donde se determinan objetivos y metodologías para la realización de una tarea, es lo que mantiene a las personas en forma activa logrando la completitud de metas que fomentan la calidad de vida de una persona, de las cuales existen varios tipos (como se narra en el capítulo 2.3).
 - **Retroalimentación.** Una parte importante para el procesamiento del aprendizaje y el razonamiento crítico de las personas, la retroalimentación juega un papel muy importante en muchos ámbitos, sobretodo en el proceso del aprendizaje, ya que determina si la metodología empleada para la realización de tareas y actividades es correcta, se puede mejorar o se debe de usar otra estrategia.

- **Persona.** Un ser humano o individuo que se asume tiene la capacidad para aprender y emplear todo conocimiento comprendido.
 - **Estudiante.** La persona que se encarga de captar el conocimiento impartido por un docente, tiene el papel de tomar la iniciativa por el aprendizaje usando sus afinidades preferidas a la hora de aprender.
 - **Profesor.** Es la persona que se encarga de fomentar el aprendizaje a través de un tipo de aprendizaje que sea más cómodo, adaptándolo al estilo de aprendizaje que tenga el estudiante.
- **Educación.** Uno de los rubros principales de cualquier sociedad, se trata de la enseñanza del conocimiento para la elaboración y desarrollo de individuos y proyectos de calidad que mejoren la vida en la sociedad donde se empleen. La educación se imparte de varias maneras, con sus propias metodologías, usando ciertas herramientas en ciertos contextos de aprendizaje.
 - **Tradicional.** La forma de impartir conocimiento más común que existe; el conocimiento se imparte a través de una exposición oral sobre un tema, empleando actividades de lectura y comprensión, memoria y discusión.
 - **Digital.** Una forma más contemporánea de impartir conocimiento, emplea el uso de las Tecnologías de la Información, así como otras herramientas digitales orientadas a la educación, tomando en cuenta los distintos tipos de multimedia y teorías de aprendizaje basado en aulas virtuales.

El propósito de la ontología creada ayuda al diseño de la base de conocimiento del agente, ya que las palabras que usa el agente deben de considerarse dentro del idioma que engloba las áreas mencionadas en la ontología para un diseño de vocabulario ajustado a un tono afectivo. El tono afectivo, recordando, marca el componente principal para evaluar el incremento de la motivación en el estudiante, como se narra en el capítulo 1.

Concluyendo la parte de ontologías y el diseño ontológico del proyecto de intervención, es importante considerar todos aquellos conceptos y/o tópicos de interés respecto al enfoque mencionado de éste proyecto; el diseño ontológico nos muestra los elementos involucrados respecto a una idea, el objetivo del diseño de una ontología, en términos de computación, nos proporciona una taxonomía de las partes que comprenden el proyecto en su totalidad, en donde los elementos que lo conforman tienen suficiente

relevancia para tener en cuenta el conocimiento de esos conceptos con la intención de abarcar todas las áreas posibles donde puede verse involucrado cualquier idea o proyecto que se tenga en desarrollo, es decir, se asume el proyecto con un punto de vista multidisciplinario.

Ahora que ya hemos platicado sobre la definición de ontología y explicado el diagrama ontológico del proyecto de intervención, se puede analizar y elaborar sobre los diagramas de la elaboración del proyecto de intervención, así como la parte técnica que comprende aspectos de programación y diagramas de interacción del sistema, así como diagramas de caso de uso. En los siguientes párrafos, se muestran todas las evidencias del desarrollo de la elaboración del proyecto de intervención, incluyendo capturas de pantalla del sistema en acción y el contexto de cada una de las evidencias. Al final de ésta subsección, se mostrará un resumen de todos los aspectos más importantes para recapitular todo lo documentado en una forma breve y precisa.

Con base a la literatura investigada en el capítulo 2, así como los trabajos de Jiménez [41], [42]; podemos definir un diagrama que permite visualizar los elementos que se acuden en el proceso de la comunicación antes visto en el capítulo 1:

Tenemos entonces, la interacción resultante después de haber colocado al sistema agente-tutor como parte del proceso de comunicación. Los elementos que formaban parte del proceso de comunicación, como lo plantea la figura 1, son relativamente similares; describiendo todos los elementos involucrados en éste nuevo proceso, tal y como lo muestra la figura 12, tenemos:

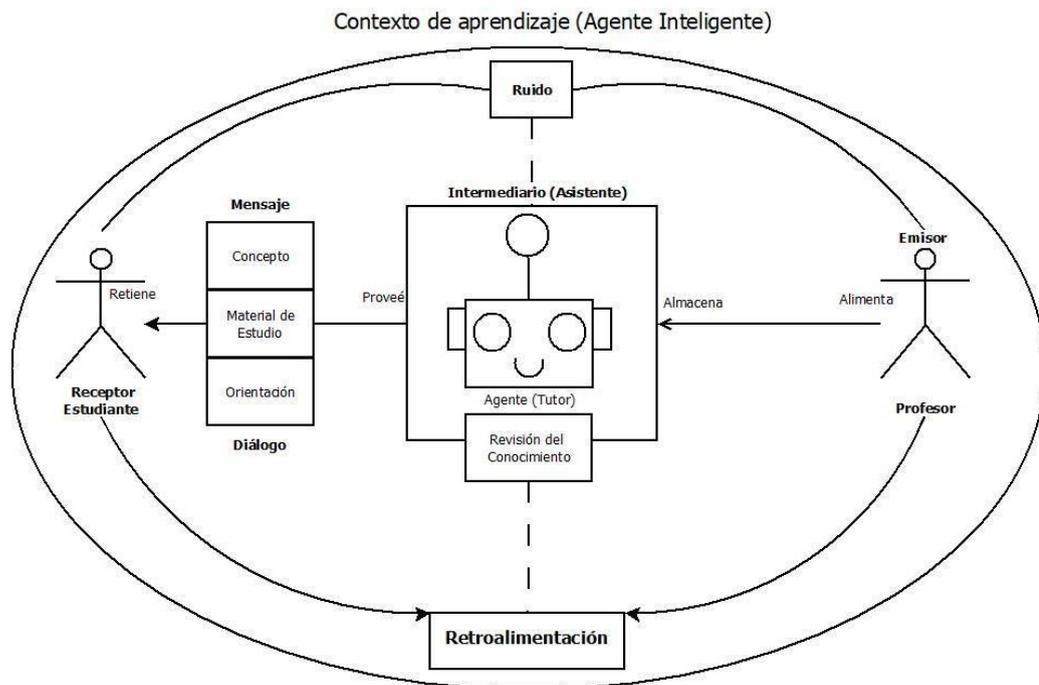


Fig 12. Diagrama que muestra la propuesta adoptando el proceso de comunicación.

- **Receptor (Estudiante).** Es un elemento esencial en el proceso de la comunicación con el agente integrado. Su principal rol es:
 - Retener el mensaje a través del diálogo (el mensaje contiene un concepto o tópico de aprendizaje, el material de estudio de dicho concepto y una orientación por parte del agente hacia el estudiante).
- **Emisor (Profesor).** Es un elemento esencial en el proceso de la comunicación usando al agente como un asistente o herramienta de trabajo para fomentar el aprendizaje. Su principal rol es:
 - Alimentar al agente con datos (en éste caso hablamos del mensaje original visto en el capítulo 1 que ahora se almacena en el agente, preparado para ser enviado al estudiante cuando lo pida).
- **Intermediario (Asistente).** Es el último elemento esencial en el proceso de la comunicación. Es el agente-tutor que tiene acceso al mensaje del profesor (concepto y material de estudio) mientras que la otra parte del mensaje (orientación) la provee el agente mismo. El principal rol es:

- Almacenar las tareas del profesor y proveé el mensaje al estudiante, así como orientar en forma de retroalimentación constructiva al estudiante.
- **Mensaje.**
 - **Concepto.** El tópic del cuál se desea aprender.
 - **Material de Estudio.** Los distintos tipos de comprender el concepto.
 - **Orientación.** Palabras o frases motivadoras generadas por el agente hacia al estudiante.
- **Ruido.** En éste caso, como el flujo de la comunicación tiene a un tercero involucrado, todo tipo de ruido se da estrictamente con el intermediario, de tal forma que el ruido ahora son aspectos tecnológicos (software, hardware), por ejemplo, retraso de transferencia de datos, retrasos de tiempo del servidor, peticiones no existentes, visualización errónea en el monitor, error de conexión, etc.
- **Retroalimentación.** La retroalimentación se maneja de la siguiente manera: ahora que existe un tercero en el proceso de la comunicación, el agente-tutor puede proveer retroalimentación en base a la revisión del conocimiento (rol perteneciente al profesor en la figura 1), tanto el profesor como el estudiante pueden ofrecer retroalimentación relevantes a aspectos de usabilidad y servicio al agente de tal forma que se permita analizar las fortalezas y área de mejora del sistema propuesto, por ejemplo, una forma de retroalimentar al sistema es a través de un cuestionario SUS (como se narra en el capítulo 3).
- **Diálogo.** El diálogo se conserva sólo entre el estudiante y el agente-tutor. El estudiante pide, en forma de texto, el concepto al agente, el agente proveé el concepto pedido, así como un material de estudio anexo, por último el agente proveé ciertas palabras motivadoras. Éstos tres puntos comprenden el mensaje que se entrega al estudiante, y éste tiene la oportunidad de interactuar con el material de estudio que se presente, a través de texto.
- **Contexto.** El contexto es el mismo que el anterior (es un contexto de aprendizaje) ahora empleando el uso de un agente inteligente al proceso descrito en la figura 1. Ésto nos indica la integración tecnológica al proceso de comunicación antes visto.

Un punto muy importante que incluso la misma literatura del tema hace mención y considera como una recomendación al integrar un agente inteligente en el proceso del aprendizaje de un estudiante, es el posible desvío de roles, esto se refiere al hecho de que el agente inteligente se debe de considerar como una herramienta o soporte tecnológico y no como un total sustituto del profesor en el proceso del aprendizaje. El rol principal del profesor es enseñar al estudiante y tomar la oportunidad de un elemento virtual-tecnológico como una herramienta de apoyo.

Ahora entendemos el proceso de comunicación cuando existe un agente-tutor en el diálogo. A continuación, se describen a gran detalle todos los planos y esquemas del proyecto de intervención, así como los diagramas del proceso de funcionamiento de la propuesta de proyecto de intervención.

Todos aquellos factores involucrados en donde la motivación tiene una influencia, desde el punto de vista de la interacción con el sistema propuesto, tal y como lo muestra la figura 13, se listan cada uno de ellos:

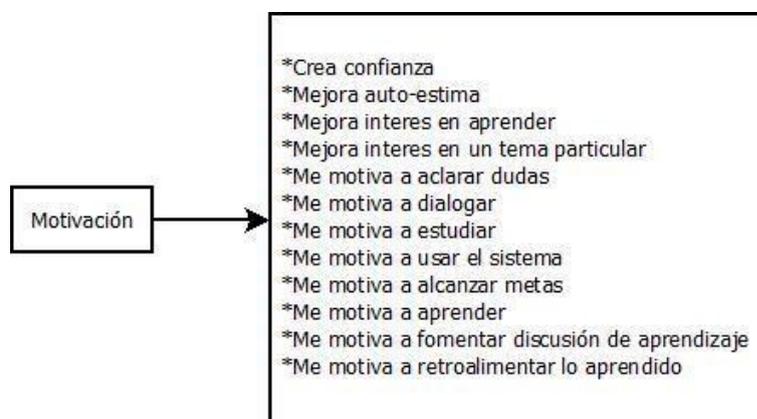


Fig 13. Diagrama de propiedades de la motivación.

- **Crea confianza.**
- **Mejora la autoestima.**
- **Mejora el interés en aprender.**
- **Mejora interés en un tema en particular.**
- **Motiva a aclarar dudas.**

- **Motiva a dialogar.**
- **Motiva a estudiar.**
- **Motiva a usar el sistema.**
- **Motiva a alcanzar metas.**
- **Motiva a aprender.**
- **Motiva a fomentar discusión de aprendizaje.**
- **Motiva a retroalimentar lo aprendido.**

La funcionalidad del sistema es la siguiente: la interacción que el estudiante (usuario) realizará con el sistema (proyecto de intervención) es en forma textual, el estudiante ingresará un concepto o tópico por el cual quiere tener más información, es decir, material de estudio, el sistema le responderá con una pequeña introducción al concepto que se pidió, un enlace electrónico que dirige al material de estudio específico y una frase motivadora para que pueda alzar o mejorar la motivación del estudiante. Después de ciertos turnos de intercambio de diálogo textual, el sistema realiza una pregunta al estudiante en donde busca respuesta hacia la mejora de motivación que tiene el estudiante y/o la funcionalidad de las tareas que realiza (en una escala Likert donde 1 = totalmente en desacuerdo y 5 = totalmente de acuerdo). Éste proceso se muestra en la figura 14.

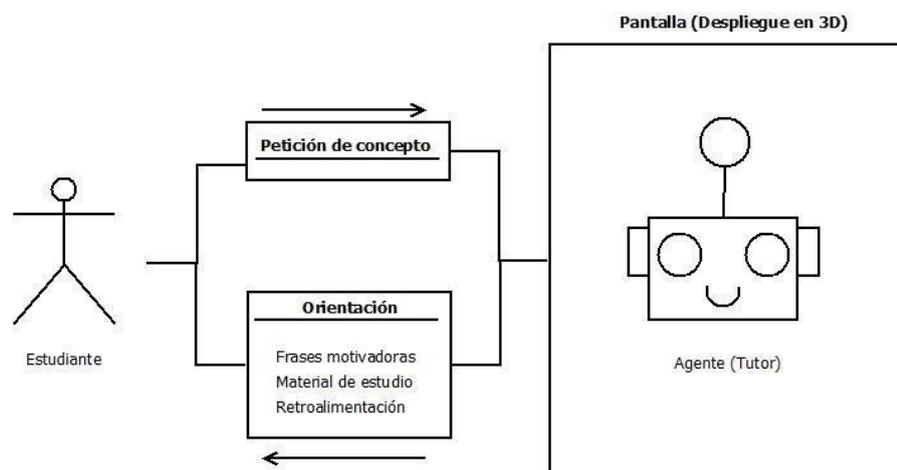


Fig 14. Diagrama de interacción humano-agente.

La retroalimentación es uno de los elementos más importantes en la comunicación ya que nos ayuda a detectar posibles errores o prevenir malentendidos en el diálogo, en

el caso de la interacción del sistema, la retroalimentación es referente a la satisfacción del usuario al interactuar con un sistema. Para la propuesta planteada, la retroalimentación es necesaria, ya que depende de la satisfacción del usuario, el estudiante, se puede mejorar o refinar los servicios que el sistema otorga. Mejoras y trabajos futuros se pueden ver a más detalles en el capítulo 6 de ésta documentación.

En la taxonomía del sistema, se abarcan puntos como las propiedades que tiene un estudiante, un sistema tutor y el diálogo; dichos puntos nos indica una cierta ontología respecto a la propuesta del proyecto en aspectos técnicas que provee tres entidades importantes, tal y como lo muestra la figura 15:

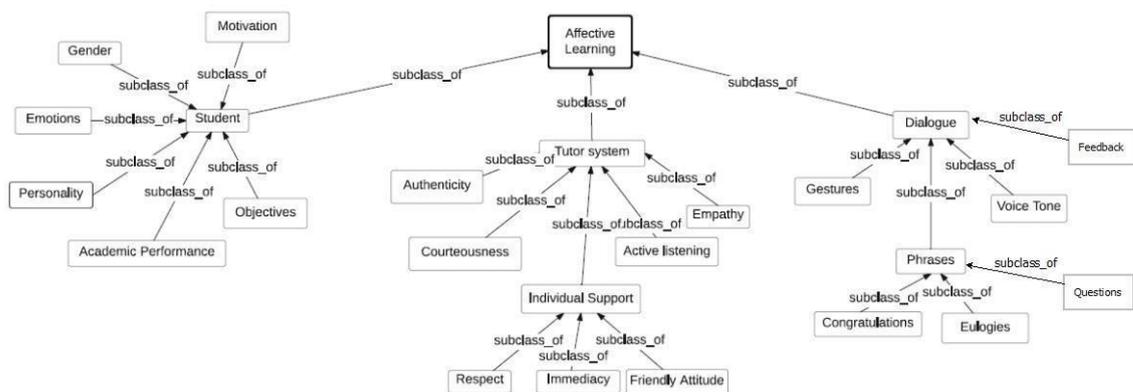


Fig 15. Diagrama taxonómico, basado en los trabajos de Jiménez [42].

- **Student (Estudiante).** Comprende propiedades como motivación, género, emociones, personalidad, objetivos y rendimiento académico.
- **Tutor System (Sistema tutor).** Comprende propiedades como empatía, consciencia, el ser activo y autenticidad. De aquí parte a una subclase:
 - **Individual Support (Soporte Individual).** Comprende propiedades como el respeto, que sea inmediato y una actitud amigable.
- **Dialogue (Diálogo).** Comprende propiedades como gestos, tono de voz y retroalimentación. De aquí parte a una subclase:
 - **Phrases (Frases).** Comprende propiedades como felicitaciones, elogios y preguntas.

Las clases empleadas en el desarrollo técnico del proyecto de intervención desde el punto de vista de programación, que se proponen a partir de la propuesta de proyecto,

son necesarias para el control y ejecución de las tareas del agente cuando recibe peticiones por parte del usuario y la forma en como maneja dichas peticiones al ser enviadas como respuesta (diálogo), tal y como lo muestra la figura 16:

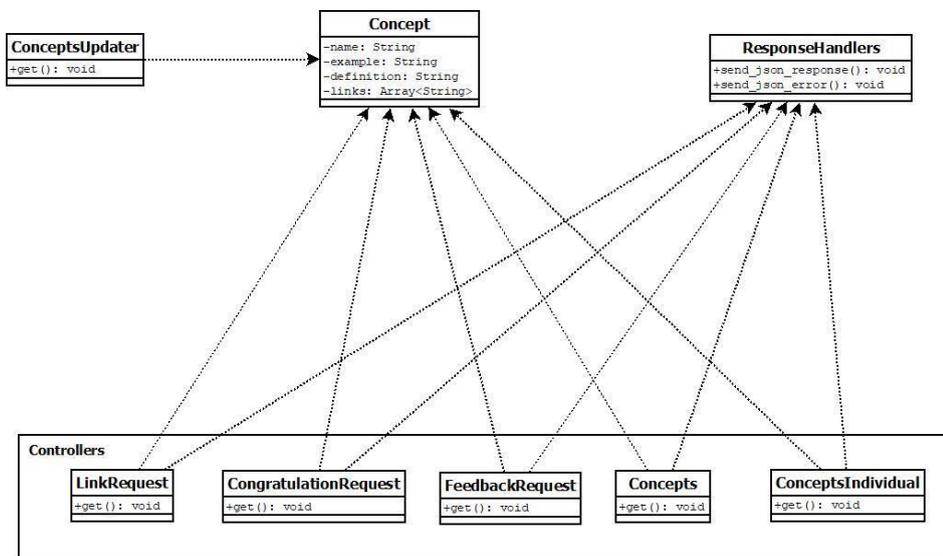


Fig 16. Diagrama de clases, basado en los trabajos de Jiménez [41].

Las clases que se crearon para la elaboración del funcionamiento y la interactividad entre sus objetos de programación son los siguientes:

- **Concept.**
- **ConceptUpdater.**
- **ResponseHandlers.**

A continuación, se listan los controladores:

- **LinkRequest.**
- **CongratulationRequest.**
- **FeedbackRequest.**
- **Concepts.**
- **ConceptsIndividual.**

Las tareas del sistema propuesto son: proveer el material de estudio, proveer una frase motivadora y realizar una pregunta de retroalimentación. Específicamente, cuando se hayan realizado al menos 3 peticiones por parte del estudiante al agente, el agente

realiza una pregunta de retroalimentación al término del envío del enlace del material de estudio y la frase motivadora. Aquí, el estudiante puede ingresar su nombre y la calificación de acuerdo con las instrucciones mostradas en el chatbox. Éste proceso se muestra en la figura 17.

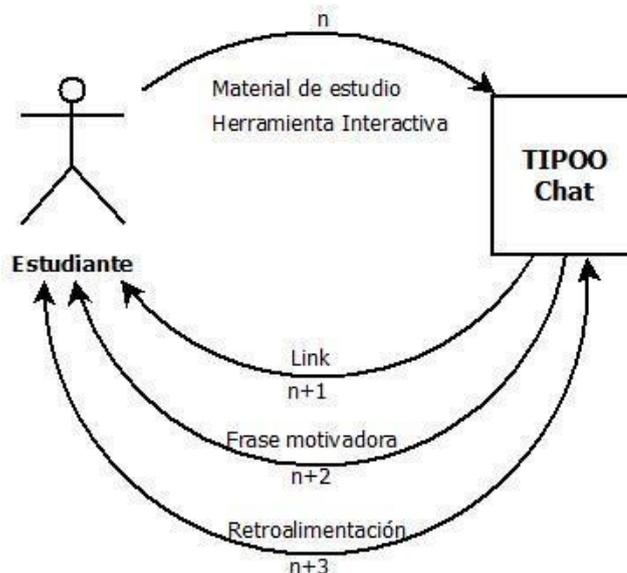


Fig 17. Diagrama de interactividad, muestra las partes del mensaje.

Las imágenes y evidencias que muestran al agente realizando sus tareas, así como mostrando los cambios del agente en 3D, se pueden apreciar en los siguientes párrafos.

La pantalla del sistema en acción consiste en una página web en donde el usuario puede tener contacto con el agente-tutor, ésto se hace a través de la ventana chat-box (que aparece en la esquina inferior derecha cuando se ingresa a la página web). En ésta pequeña ventana el usuario puede ingresar, en el campo de texto, un concepto o tópico en donde el agente le responderá en el mismo chat. Ya que la imagen vista es el sistema previo a cualquier modificación, el chat-box sólo muestra un mensaje de error por parte del agente al desconocer un concepto o no haber identificado un concepto en la base de conocimientos. La vista del chat-box se muestra en la figura 18.



Fig 18. Vista inicial del chat-box, antes de cualquier modificación.

Recordando la figura 1, en el proceso de la comunicación la retroalimentación se da de una cierta forma por parte del profesor al estudiante y viceversa, la afectividad es usualmente omitida ya que la importancia del mensaje radica, por ejemplo, en las instrucciones de la realización de una actividad o la confirmación de la comprensión del material de estudio. En el diálogo, usando un agente-tutor como intermediario, la afectividad se puede proveer usando palabras o frases del agente dirigidas al estudiante. El agente-tutor envía al estudiante un enlace que dirige a un material motivacional que puede servirle al estudiante para hacer reflexión en sus metas y objetivos. La figura 19 muestra una de varias frases motivadoras que cubren uno de los aspectos importantes de la retroalimentación afectiva en el diálogo.

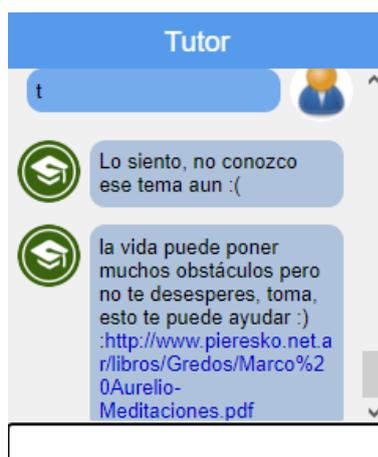


Fig 19. Vista que muestra una de varias retroalimentaciones afectivas.

Aquí tenemos al agente-tutor visualizado en 3D en la página web, se han modificado varios colores de la página y se han añadido íconos en ciertas partes de los botones web, mientras que la siguiente imagen muestra la parte superior de la página, que también ha sido modificado. La figura 20 muestra una interfaz más actual del sistema en acción.



Fig 20. Vista más reciente del sistema.

Localizado en la esquina inferior derecha de la pantalla del navegador, el usuario podrá ingresar texto para hacer que el agente-tutor comience la entrega del material de estudio de acuerdo al tópico que se pidió. La figura 21 nos muestra al agente-tutor iniciando la conversación en el chatbox.

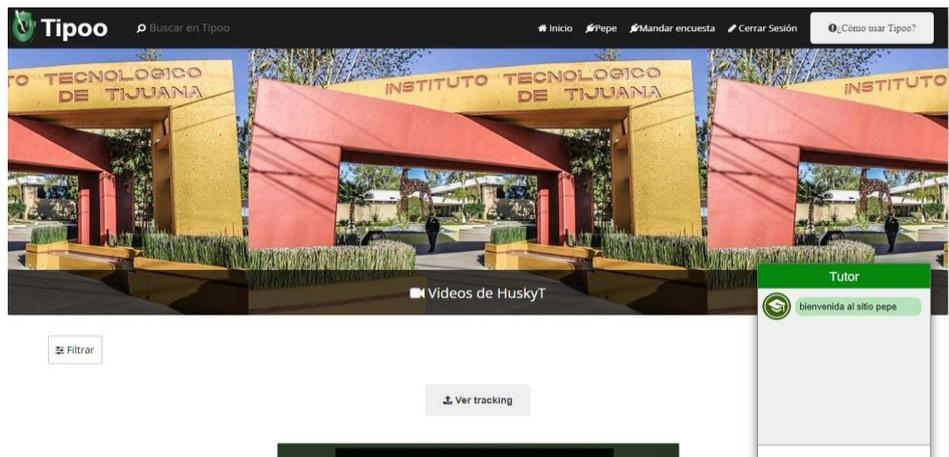


Fig 21. Vista del chat-box previo a inserciones por el usuario.

El agente-tutor proporciona un material de estudio al estudiante, de la misma manera, el agente-tutor muestra una señal de éxito al momento de responder al estudiante con una frase afectiva. La figura 22 muestra al agente-tutor cambiando de animación.

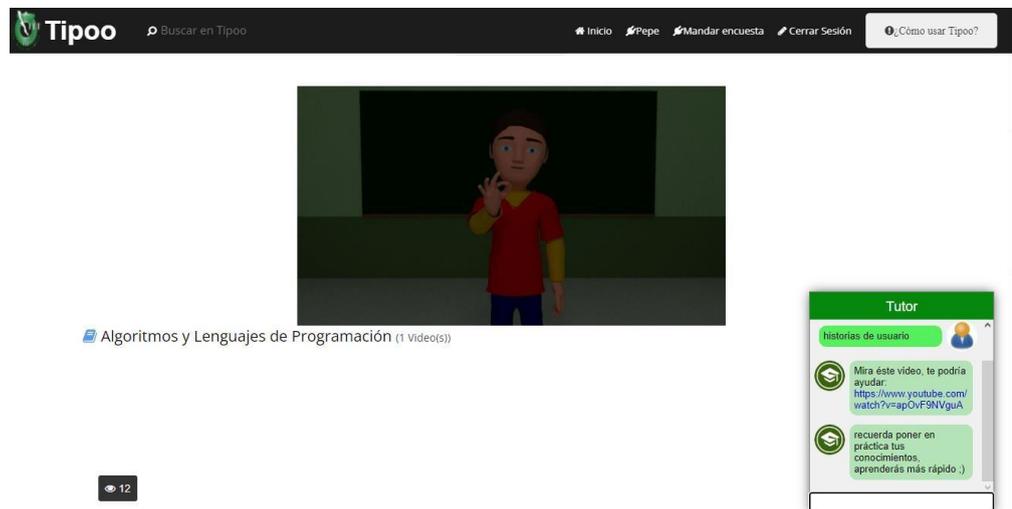


Fig 22. Vista que muestra cambios en el agente y el chat-box.

Así como lo planteaba anteriormente la figura 12, tenemos al agente-tutor que provee otro tipo de material de estudio al estudiante, acompañado de una frase motivadora que actúa como retroalimentación afectiva en el proceso de la comunicación, esto se muestra en la figura 23.

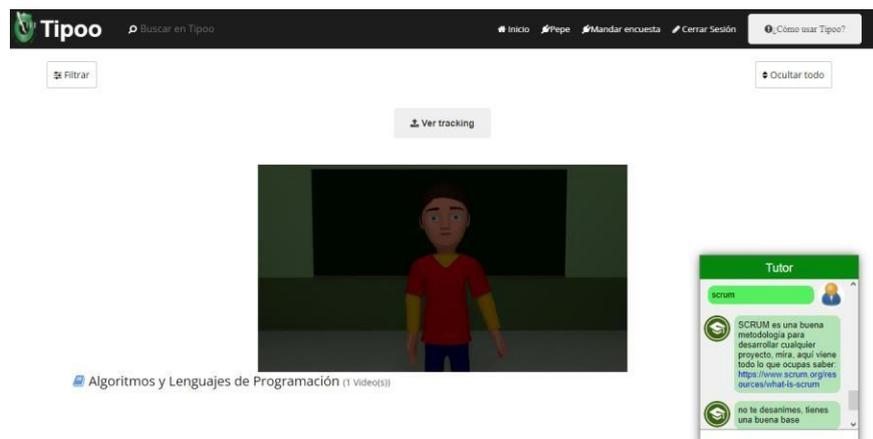


Fig 23. Vista que muestra más material en el chat-box.

Tenemos la otra parte integrante del mensaje del agente-tutor hacia al estudiante: Después de 3 turnos de intercambio de diálogo entre el estudiante y el agente-tutor, éste pregunta al estudiante sobre una pequeña evaluación del material de estudio y/o funcionamiento para la motivación del estudiante, el estudiante puede ingresar en el texto, usando la escala de Likert que se muestra, una calificación del funcionamiento del sistema (tal y como se muestra en la figura 17). La respuesta se registra en la base de datos local (Google App Engine). Ésta evaluación lo muestra la figura 24.

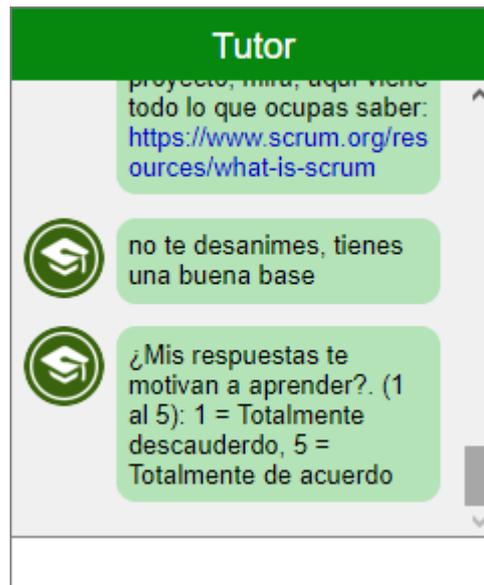


Fig 24. Chat-box mostrando retroalimentación agente-estudiante.

Las peticiones del usuario, así como las respuestas del agente, se registran en la base de datos cuyos usos son para los análisis de datos que se mencionaron en el capítulo 3 de ésta documentación, la base de datos se muestra en la figura 25.

Google App Engine Development SDK 0.0.0

dev-tipoo-chat

Instances Datastore Viewer

Datastore Viewer

Datastore Indexes

Datastore Stats

Interactive Console

Memcache Viewer

Blobstore Viewer

Task Queues

Cron Jobs

XMPP

Inbound Mail

Full Text Search

Entity Kind

Message List Entities Create New Entity Select a different namespace

<input type="checkbox"/>	Key	ID	Key Name	created_at	owner	session	text	user
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	4573968371548160		1647032830	1	5	scrum	pepe
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	4644337115725824		1647032561	1	5	si tienes dificultades con ...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	4785074604081152		1647032252	1	5	Mira éste video, te podría ...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	4855443348258816		1647032869	1	5	SCRUM es una buena metodo...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	4925812092436480		1647032709	1	5	¿Crees que mis servicios me...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5066549580791808		1647031868	1	5	bienvenida al sitio pepe	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5136918324969472		1647032834	1	5	si tienes dificultades con ...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5207287069147136		1647032706	1	5	Mira, éste video lo explica...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5348024557502464		1647032556	1	5	planning poker	pepe
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5418393301680128		1647032871	1	5	¿Mis respuestas te motivan...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5488762045857792		1647032729	1	5	SCRUM es una buena metodo...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5699668278390784		1647032831	1	5	SCRUM es una buena metodo...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5770237022568448		1647032705	1	5	planning poker	pepe
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5910974510923776		1647032255	1	5	recuerda poner en práctica...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	5981343255101440		1647032871	1	5	no te desanimes, tienes una...	@tutor
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	6051711999279104		1647032728	1	5	scrum	pepe
<input type="checkbox"/>	ag5kZXZ...	6192449487634432		1647032251	1	5	historias de usuario	pepe

Fig 25. Base de datos local.

La base de conocimiento contiene algunas de las frases que usa el agente-tutor; en éste archivo de extensión python, el sistema busca las palabras y forma oraciones basado en una cierta estructura gramatical definida en otro archivo. Dicha estructura puede ser para un saludo, para retroalimentación o para dar un material de estudio añadiendo algunas palabras de afecto, dichas palabras de afecto también se localizan en el mismo archivo de base de conocimiento del sistema, tal y como se muestra en la figura 26.

```

views.py - feedback x constants.py x urls.py x routes.py x views.py - congratulation x views.py - link_request x
146 "recuerda: La mitad de La solución de un problema, está en La descripción del problema",
147 "La vida puede poner muchos obstáculos pero no te desesperes, toma, esto te puede ayudar :) :http://www.piere:
148 ]
149
150 FEEDBACK = [
151 # 'Cómo te ha parecido mi servicio hasta ahora?',
152 #1
153 '¿Crees que mis servicios mejoran tu motivación a aprender?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5 = Totalme
154 # ¿Te gusta la forma en cómo te muestro el material de estudio?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5 = Tot
155 # 'Pregunta: te gusta mi forma de orientarte?',
156 # 'Pregunta: ¿mis servicios te motivan a aprender?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5 = Totalmente de acu
157 #2 'Si me lo permites: ¿qué te parece mi servicio?',
158 # 'Estás cómodo con las respuestas que te proporciono?',
159 # 'Mis respuestas son aptas para tu aprendizaje?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5 = Totalmente de acu
160 # 'Las respuestas que proporciono, ¿mejoran tu motivación a aprender?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5
161 # 'Si necesitas hacerme saber sobre mi funcionamiento, no olvides mandar tus comentarios.',
162 # 'Estás satisfecho con mis respuestas?',
163 # 'Mis respuestas te motivan a aprender?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5 = Totalmente de acuerdo',
164 # 'Qué opinas respecto al material de estudio que proporciono?',
165 # 'El material de estudio que proporciono te ayuda a motivarte para aprender?. (1 al 5): 1 = Totalmente desca
166 # 'Tengo que saber... qué te parece mi forma de orientarte?',
167 # 'Mi orientación te motiva a aprender?. (1 al 5): 1 = Totalmente descauerdo, 5 = Totalmente de acuerdo',
168 ]
169
170 GREETINGS = [
171 'bienvenida al sitio',
172 'bienvenida',
173 'buen día',
174 'como has estado',
175 'como estás',
176 'en que puedo ayudarte',
177 'hola',
178 'como te va',
179 'qué tal',
180 'Hola, ocupas ayuda?',
181 'hola me gustaría ayudarte',

```

Fig 26. Base de conocimiento (python).

Ésto concluye la parte de evidencias de trabajo e imágenes que muestran al sistema en acción, en la tabla 9 se muestran todos los aspectos importantes de ésta subsección, una breve descripción de lo que se habló y el objetivo principal de dicho(s) aspecto(s); éste resumen sólo considera, en forma breve y precisa, las partes más importantes que se dieron a conocer en la narración del capítulo 4.

Tabla 9. Tabla que muestra el resumen de la subsección.

Aspecto(s)	Descripción	Objetivo(s)
Hipótesis.	Planteamiento de la hipótesis tentativa para solventar la problemática.	Dar orientación del camino del proyecto de intervención.
Ontología.	Definición filosófica y vista taxonómica del proyecto de intervención.	Identificar y relacionar todas aquellas disciplinas relevantes para asentar el proyecto de intervención.
Proceso de la comunicación (agente inteligente).	Proceso de comunicación cuando existe un agente inteligente como intermediario.	Identificar y expresar la evolución de la comunicación cuando hay un agente con el rol de asistente/soporte.
Interacción humano-agente.	Diagrama que muestra el proceso de interacción entre el usuario y el agente inteligente.	Visualizar el proceso de interacción del participante con la propuesta del proyecto.
Diagramas de diseño del plan de intervención.	Diagramas que muestran el diseño del sistema tomando al agente inteligente como punto central.	Mostrar diagramas que expresan el diseño de dominios, propiedades, clases, propiedades y relaciones de interacción de la propuesta de intervención.
Imágenes del sistema en acción.	Imágenes y vistas del sistema en acción.	Mostrar la propuesta de intervención en acción.

4.2 Indicadores y recursos

A continuación, se muestra una descripción más detallada de los objetivos estipulados anteriormente, especificando las metas, estrategias, acciones, indicadores y recursos que se utilizaron para la elaboración y ejecución del proyecto de intervención. El propósito de ésta descripción es identificar y confirmar la elaboración de los objetivos específicos mencionados en el capítulo 1 de ésta documentación, mientras que la discusión de los objetivos específicos y el objetivo principal de la propuesta del proyecto de intervención, así como la confirmación de satisfacción de los mismos se encuentran en los capítulos 5 y 6 de ésta documentación, respectivamente.

- **Diseñar un avatar especializado en un software de diseño 3D que permita la interactividad con el estudiante.**

Meta: Mostrar un avatar en 3D para que el estudiante visualice los cambios de gestos cuando muestre afectividad. Esto hace que el estudiante logre identificar un cambio en el gesto del avatar, bajo la premisa de que la afectividad viene acompañado de una expresión corporal/facial, tal y como se acostumbra ser en el diálogo entre personas, cuando se trata de agentes y la visualización de ellos se debe de tener un indicador que sea consistente a lo que se pretende realiza, en éste caso, el texto que muestra el agente al estudiante es un elemento, el avatar en 3D es otro elemento y los cambios de animación es el vínculo entre lo que se muestra en el texto y el avatar en 3D.

Estrategia(s). Para ésta meta, la estrategia empleada fue la creación de un modelo 3D realizado en blender, blender es un programa de computadora orientado a la creación y modelado de objetos 3D, así como animaciones de esos mismos objetos, dichos objetos en animación se pueden convertir a una serie de imágenes en movimiento, conocidos famosamente como gifs (.gif) para poder exportarlo y mostrarlo en otras plataformas. En éste caso, se carga la animación en la página del chat-box (la que ve el usuario cuando entra al sistema del chat), y la animación cambia cuando el agente envía el texto acompañado de un cierto nivel de afectividad.

Acción(es). Las acciones realizadas fueron: descarga e instalación del programa de modelado 3D, elaboración del objeto en 3D (agente), creación de animación del objeto 3D, exportación de las animaciones en formato .gif, carga del archivo .gif a la página de visualización del usuario, cambio de animación cuando se muestre afectividad vía texto.

Indicador(es). Los cambios se pueden observar con satisfacción al momento de mostrar la página del chatbox por parte del usuario, el agente se muestra en la pantalla y la animación cambia cuando el agente responde a la petición del usuario con un tono afectivo.

Recurso(s).

- **Humano(s).** Diseñador de modelado en 3D, programador, diseñador de página web, investigador.
- **Técnico(s).** Computadora, laptop con ciertos requerimientos de alta calidad de hardware para el procesamiento de modelado en 3D, licencia gratuita del programa de diseño de modelado 3D, recursos de computadora (GPU, tarjeta de red, RAM, almacenamiento HDD, procesador, mouse, teclado, pantalla de ordenador, etc.). Conexión a internet (WiFi), acceso a los recursos de documentación técnica del programa de modelado 3D, acceso a archivos del proyecto para exportar recursos a despliegue en página web.
- **Financiero(s).** Programa de diseño 3D licencia gratuita. Los recursos web fueron hospedados en un servidor en la nube con versión de prueba (Google Cloud, monto final tiende a ser negociado con la empresa dueña del sitio de hospedaje).

- **Diseñar la arquitectura de software del agente inteligente.**

Meta(s). Tener una base de arquitectura de software con el cual se pueden integrar los elementos de un agente inteligente. Esto nos permite tener todos los aspectos de un agente tutor codificados en archivos que dependen uno del otro, así como los archivos donde se almacena la base de conocimiento. De la misma forma, nos permite contar con los recursos de visualización necesarios para poder mostrarlos en la página web cuando el usuario lo vea desde su navegador como tal es el caso del avatar 3D del objetivo anterior.

Estrategia(s). Para llevar a cabo la meta anterior, se crearon archivos de extensión python (elaboración en la versión python 2.8) y se utilizaron librerías y módulos de python 2 para poder llevar a cabo operaciones y tareas de procesamiento de lenguaje, concatenación de palabras e identificación de conceptos y la formación de relaciones entre clases, peticiones http y recursos compartidos entre archivos. El IDE utilizado fue Spyder3 que permite compatibilidad con versiones anteriores de python 3. También se

utilizó la terminal de anaconda para poder realizar cambios en la carpeta de subida de proyectos a la plataforma en la nube usando comandos git, a través de Google Cloud.

Acción(es). Las acciones realizadas fueron las siguientes: descarga e instalación del IDE con soporte de python (python 2 y python 3), instalación de python en la máquina de desarrollo del proyecto de intervención. Instalación de librerías y módulos de python para realizar dichos detalles descritas en la meta, instalación de los módulos git y google SDK para habilitación de los comandos reservados de ambos gestores.

Indicador(es). La realización de la meta se aprecia al momento de correr el código y visualizar el comportamiento y rendimiento de la ejecución del sistema en el navegador web (local), de la misma forma, se pueden comprobar las peticiones de http a través de dos formas: usando el 'inspector de elementos' del navegador web (en éste caso se utilizó Opera) y revisar todos los elementos que se piden a través de la red al momento de conexión, la otra forma es utilizar la terminal donde se establecen las URL de conexión para tres conexiones: la URL de la aplicación principal, la URL de la aplicación de desarrollo (en éste caso, el chatbox) y la URL para administración de queries en base de datos de Google SDK (local), en la misma terminal se registra el historial de peticiones de http, tanto peticiones realizadas con éxito como aquellas que tuvieron fallas de conexión, así como un código de error y posible línea de código que produjo dicho error. Ésto último también se muestra en el inspector de elementos.

Recurso(s).

- **Humano(s).** Desarrollador web, diseñador y programador, experto en el área de inteligencia artificial (relevante a agentes inteligentes), experto asesor de conceptos de inteligencia artificial, etc.
 - **Técnico(s).** Computadoras o laptops para el desarrollo de aplicaciones web usando python. Conexión WiFi para utilizar recursos de web y visualizar la aplicación web. Licencias gratuitas de los programas para el desarrollo del proyecto de intervención.
 - **Financiero(s).** Los costos fueron estipulados a través de la plataforma Google Cloud los cuales tienen que ser negociados con la empresa (costo depende de las necesidades de recursos y tienden a variar).
-
- **Diseñar el diálogo, interacciones, gestos y gramática de procesamiento de texto del agente inteligente.**

Meta(s). Integrar todos los elementos del diálogo en el agente inteligente para poder llevar a cabo la afectividad que se pretende. Una vez integrado todos los elementos del diálogo (interacciones, gestos, gramática, tono, expresión corporal, etc.), los elementos se muestran simultáneamente al momento de que el usuario dialogue con el agente inteligente. El punto principal es simular la interacción que se tendría con una persona (como se narra en el capítulo 1) y contar con los elementos bases y de esta forma, depender desde un punto de vista de asistencia y/o soporte de las tecnologías de información usando conceptos de inteligencia artificial, dichos conceptos son adoptados con base al esquema de la comunicación y el esquema final queda como un intermediario que opere como asistente entre el estudiante y el profesor (como se narra en el capítulo 4).

Estrategia(s). Así como el objetivo anterior, la estrategia empleada fue la creación de archivos python para contar con la base de conocimiento de donde el sistema extraiga las frases y palabras adecuadas para establecer conversación con el usuario, en cuanto a los elementos visuales, se utilizaron archivos de javascript para poder realizar tareas al momento de cargar los módulos necesarios en la página web, de esta forma, al momento de mostrar la página, se muestran todos los elementos visuales junto con sus respectivas tareas.

Acción(es). Las acciones realizadas fueron: descarga e instalación de los módulos de python necesarios para el diseño de base de conocimientos y extracción de la misma a través de llamadas de objetos, peticiones http y manejadores de peticiones usando javascript y python. Investigación y diseño de diagramas para visualizar los planes de trabajo del diseño de conceptos que sirven para la elaboración del proyecto (diagramas de interacción, clase, ontología, UML, etc.).

Indicador(es). El indicador principal que muestra la satisfacción de éste punto se encuentra en la ventana del chat del sistema, así como se muestra en las imágenes en éste mismo capítulo, en la subsección anterior, las palabras y la afectividad del agente se muestra a través del texto que responde al usuario, acompañado de un elemento visual, un avatar 3D que muestra la animación adecuada cuando entra el usuario a la página y cuando responde a la petición del usuario con un tono afectivo.

Recurso(s).

- **Humano(s).** Programador y diseñador, experto en el área de inteligencia artificial, asesor(es) con conocimiento y experiencia en diseños de ideas y

prototipos de sistemas de información, asesor(es) técnicos e investigadores.

- **Técnico(s).** Licencias gratuitas para programas de elaboración de código y diseño de páginas web con soporte de python y javascript. Computadora y laptop para el desarrollo del proyecto de intervención, módulos y librerías de python adecuadas para la elaboración de la base de conocimiento y habilitación de scripts en el navegador para confirmar las acciones realizadas por los archivos de javascript.
- **Financiero(s).** Los gastos empleados fueron negociados con la empresa que hospeda la aplicación, en éste caso Google Cloud, los cuales tienden a variar en tiempo real.

- **Integrar al agente con el avatar en un sistema de aprendizaje.**

Meta(s). Contar con el elemento visual de la comunicación, uniendo a un objeto 3D con el agente ya establecido. Tal y como se mencionó en los objetivos anteriores, el proceso de la comunicación base entre dos personas se da acompañado de un posible elemento visual, en éste caso, el avatar 3D actúa como el elemento visual, simulando el proceso de la comunicación descrita en éste capítulo. De esta forma, se pueden analizar las interacciones entre el estudiante y el agente visual, tomando en cuenta la literatura que usa de la misma forma, de un agente 3D que tome el papel de asistente virtual en el proceso de la enseñanza.

Estrategia(s). Para llevar a cabo ésta meta, se utilizaron conocimientos de programación y diseño web para poder crear las funciones y métodos necesarios dentro de los archivos de python y javascript para enlazar los recursos que utiliza el sistema con las acciones de procesamiento de texto extraídas de los archivos python, específicamente la base de conocimiento.

Acción(es). Las acciones realizadas fueron: exportación de elementos visuales a la carpeta de trabajo del proyecto de intervención, creación de funciones y métodos en los archivos javascript y python para poder llevar a cabo las operaciones de renderizado en la página web concorde a las tareas en ejecución entre los archivos de python.

Indicador(es). La visualización y cambios de animación del avatar 3D cuando el usuario interactúa con el agente es el indicador principal de satisfacción de este objetivo. Para verificar que se está cumpliendo ésta meta es posible utilizar la terminal o el inspector de elementos del navegador, ya que en ambas muestra los resultados de

peticiones http y cargas de recursos necesarios de los scripts de javascript para la visualización de la página web.

Recurso(s).

- **Humano(s).** Diseñador de modelado en 3D, programador de código python y javascript, asesor(es) con conocimiento en interacción humano-máquina.
- **Técnico(s).** Gestor de carpetas de trabajo, recursos web para habilitación de scripts personalizados, computadoras y/o laptops de trabajo para la elaboración del proyecto de intervención, conexión a internet WiFi para probar la aplicación web. Licencias gratuitas para la utilización de los IDE de desarrollo de los lenguajes de programación python y procesamiento de peticiones web enlazados con python usando javascript, licencia gratuita para la elaboración de modelado en 3D.
- **Financiero(s).** Los gastos son estipulados de acuerdo a las necesidades de recursos necesarios para correr la aplicación en los servidores de Google Cloud (dichos montos tienen que ser negociados con la empresa, dichos gastos tienden a variar en tiempo real).

- **Determinar la motivación del estudiante usando el agente-avatar.**

Meta(s). Identificar e incrementar la motivación del estudiante tomando ventaja de las tecnologías de la información, adoptando la dimensión humanista. Recordando lo narrado anteriormente en el capítulo 2, una de las dimensiones de éste proyecto fue la adopción del agente a la teoría humanista en donde el objetivo principal es el alcance del verdadero potencial de un individuo, satisfaciendo previamente, cada una de las necesidades que se muestran en los escalones de la pirámide (como se muestra en la figura 4). Entonces, ésta meta pretende satisfacer parcialmente las necesidades sociales y la necesidad de autoestima, permitiendo que el individuo obtenga un paso más para la realización de su ser.

Estrategia(s). Para éste objetivo, se realizaron experimentos para verificar el funcionamiento principal de la propuesta del proyecto de intervención, así como todos y cada uno de los objetivos descritos anteriormente. Siguiendo las indicaciones necesarias debido a la pandemia del virus COVID-19, se emplearon medidas de conexiones virtuales, usando el equipo del desarrollador como puente entre el usuario (participante que usó conexión inalámbrica desde su casa) y el sistema.

Acción(es). Las acciones para la realización de éste objetivo fueron las siguientes: descarga e instalación de programas de conexión a equipo remoto, cuenta de usuario para la realización de reunión virtual, así como descarga e instalación de programa para reuniones virtuales. Habilitación de conexión inalámbrica a través de equipo compartido para la interacción entre los participantes y el sistema. Habilitación del sistema en ejecución para llevar a cabo los experimentos necesarios.

Indicador(es). La evidencia registrada que actúa como indicador de éste objetivo fueron las respuestas de los participantes hacia el agente durante la ejecución del sistema, dichas respuestas muestran la satisfacción del estudiante con la interacción con el sistema en general indicando el grado de incremento de motivación del individuo participe, dichas respuestas se registraron en la base de datos local de Google Cloud. También se realizaron preguntas abiertas para poder comprender a más detalle la opinión de los participantes, así como la retroalimentación al sistema (como se narra en los capítulos 5 y 6).

Recurso(s).

- **Humano(s).** Investigador y asesor(es) para asistencia técnica e instruccional, participantes con consentimiento para el experimento, participantes con cierto nivel de familiarización con computadoras o dispositivos inteligentes, participantes que cuenten con ciertas características (como se narra en el capítulo 3).
- **Técnico(s).** Computadora, laptop o teléfono inteligente para conexión remota al equipo del desarrollador. Conexión a internet constante WiFi para la reunión virtual y la ejecución del experimento por parte de ambos participantes. Instrucciones, fecha y horario preestablecido para llevar a cabo el experimento. Licencias gratuitas de los programas de conexión remota y reuniones virtuales.
- **Financiero(s).** En éste caso se realizaron las primeras pruebas con programas de licencia gratuita, por lo que no se generó costo para la realización del experimento.

Capítulo 5. Resultados y Análisis

A continuación, se darán a conocer todos los resultados obtenidos a partir de los experimentos realizados; se elaborarán sobre los detalles que muestran los resultados de los experimentos en estado bruto, resultados de los procesos de análisis de datos y la discusión de todas y cada una de las preguntas antes planteadas, así como la satisfacción de cumplimiento de todos y cada uno de los objetivos antes narrados, en los capítulos 1 y 4, respectivamente. Se comienza entonces por los resultados en su estado bruto extraídas de la fase de experimentación, así como una descripción de dichos resultados:

5.1 Experimentación: Resultados

Se capturaron un total de 6 resultados a partir de la fase de experimentación, dichos resultados fueron almacenados en distintos medios. Para medir las respuestas se empleó la escala Likert donde 1 equivale a totalmente desacuerdo y 5 equivale a totalmente de acuerdo. El objetivo de la experimentación es buscar información de calidad que proporcionen los participantes respecto al diseño y funcionamiento del sistema para poder considerar, planear y realizar cambios en la propuesta de proyecto; la cantidad de participantes adquiridos es satisfactorio para la obtención de información valiosa que nos sirva para futuros cambios, tal y como lo indica Nielsen [46].

Describiendo a los participantes respecto a los datos estadísticos capturados: se tiene la edad, 3 participantes tienen entre 18 y 22 años de edad, 2 participantes tienen entre 23 y 27 años de edad y 1 participante tiene arriba de 28 años. En cuanto al género, 5 de los participantes son masculino y 1 femenino. Respecto al promedio académico, 3 participantes tienen una nota entre 91 a 100 de promedio académico, 3 participantes tienen entre 81 y 90 de promedio académico, no hubo participantes con una nota académica entre 70 y 80 de promedio académico. Finalmente, 3 participantes pertenecían a la carrera de Ingeniería Informática, 2 participantes pertenecían a Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación y 1 participante pertenecía a Ingeniería en Sistemas.

De acuerdo al análisis del cuestionario SUS que se aplicó, se tienen los siguientes puntajes para las preguntas, en la primera columna tenemos la pregunta del cuestionario,

las siguientes seis columnas corresponden a los participantes y su puntaje para cada pregunta, ésto se indica en la tabla 10.

Tabla 10. Puntaje de preguntas SUS.

Preguntas	Jean	Nate	Reyes	Mitchel	Jessie	Joan
1. I think that I would like to use this website frequently.	3	4	2	3	3	3
2. I found the website unnecessarily complex.	3	3	3	2	2	2
3. I thought the website was easy to use.	3	3	2	4	3	3
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this website.	2	3	4	2	3	4
5. I found the various functions in this website were well integrated.	3	2	2	4	4	4
6. I thought there was too much inconsistency in this website.	3	4	5	2	4	3
7. I would imagine that most people would learn to use this website very quickly.	3	4	3	3	3	5
8. I found the website very cumbersome to use.	4	4	2	3	3	2
9. I felt very confident using the website.	3	3	3	4	4	3
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.	2	2	3	3	4	3

Una vez finalizado el proceso de puntaje, las evaluaciones finales nos indican la nota con las cuales califican la usabilidad del sistema, dichas calificaciones son indicadas por la tabla 11.

Tabla 11. Puntaje final del cuestionario SUS.

	Jean	Nate	Reyes	Mitchel	Jessie	Joan
Puntaje Final	52.5	50	37.5	65	52.5	60

De acuerdo a la calificación final vista en la tabla, se puede denominar el sistema propuesto como pobre con mejoras que pueden ser consideradas en trabajos futuros. Dichas propuestas de mejoramiento, tanto del diseño de interfaz de usuario como proyectos derivados para el mejoramiento de la propuesta de proyecto, se encuentran en el capítulo 6. Los resultados muestran un puntaje que nos indica que el sistema tiene una utilidad que requiere de mejoramientos en distintos aspectos, sin embargo, vale la pena recalcar que el cuestionario SUS sólo trata con cuestiones de diseño y utilidad de un sistema propuesto, por lo cual también es necesario contar y tratar con otros análisis que nos dan más información que corrobora los puntajes de calidad del sistema, éstos análisis se narran en los siguientes párrafos.

Se indica que el 83.3% de los usuarios piensa que el sistema es útil para la vida académica del estudiante, mientras que el 16.7% piensa que no lo es. Ésto nos indica que la orientación y el enfoque del sistema propuesto está correctamente estructurado, lo cuál presenta una ventaja cuando se habla de los trabajos futuros, mismos que son narrados en el capítulo 6 de ésta documentación. Dichos porcentajes se muestran en la figura 27.

¿Consideras que el sistema, TIPOO, es útil para la vida académica del estudiante?
6 respuestas

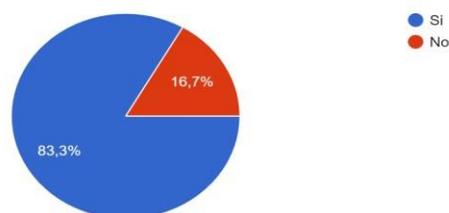


Fig 27. Resumen de la usabilidad del sistema para la vida académica.

Existen dos aspectos de la medición de la satisfacción de la propuesta de ésta documentación: la frecuencia y la usabilidad del sistema. El aspecto de frecuencia nos puede indicar si el usuario está contento con el sistema y desea usarlo en futuras ocasiones, ésto nos ayuda a generar planes para mantener al sistema en constante evolución progresivo y añadir mejoras para tratar otros conceptos. Mientras que la frecuencia es importante para analizar la instancia de vida a larga plazo de un sistema en general, la usabilidad nos permite saber si la estructura, diseño y funcionalidad del sistema en general tiene la orientación y enfoque adecuado a corto, mediano y largo plazo, éste aspecto nos permite tener una respuesta exacta y precisa donde los programadores y diseñadores del sistema pueden tener bases sólidas basadas en las experiencias de usuario para modificar, añadir, mejorar, expandir, etc. sobre el sistema ya creado.

De la misma forma, también nos indican las preguntas más importantes de los cuestionarios aplicados. Los siguientes párrafos se elaboran sobre las respuestas abiertas ya que se consideraron de la misma importancia que las anteriores, ya que permitiendo al usuario expresar sus ideas libremente, investigadores, programadores y diseñadores pueden usar dicha retroalimentación de los usuarios para ver a más detalle aspectos problemáticos en cuanto a diseño, función y estructura del sistema.

Respecto a una de las preguntas para mejorar el sistema, un usuario respondió: *"La apariencia de la interfaz en general, como la interacción con TIPOO ya que su interfaz del chat considero que es muy pequeña y se pierde el objetivo principal que sería un asistente que te resuelva dudas en su defecto colocarlo en una mejor lugar."*

Ésta respuesta nos indica otro aspecto importante que acompaña a la frecuencia y usabilidad de un sistema, la apariencia de la UI. Para todo sistema de información, es importante tener en cuenta que el software será mostrado ante a una persona que requiere de elementos visuales con definición, ajuste y configuración adecuada para que puedan tomar tener una mejor experiencia de usuario y de ésta forma, tener mejor interacción con el sistema. La respuesta nos indica que el sistema que se presenta tiene escasez de elementos visuales llamativos que permitan entender el funcionamiento adecuado del sistema, la falta de dichos elementos pueden ocasionar la pérdida de interés del usuario y consecuentemente, tener una idea negativa del sistema.

Respecto a porqué que se considera que TIPOO es útil, una de las respuestas nos dice: *"Porque de esta manera tenemos un buscador u asistente que nos pueda facilitar información correcta y tal vez en base a nuestro historial de búsquedas pueda ofrecernos mejores cosas."*

Ésta respuesta nos confirma el enfoque del sistema al plantearlo como un agente tutor que brinda asistencia a los estudiantes. El participante menciona sobre el uso del historial de búsquedas para ofrecer temas relevantes a los que el usuario pide, ésta idea no está alejada del uso de lo que el agente podría brindar en un futuro usando procesamiento de lenguaje natural para ofrecer temas relevantes y de interés respecto a lo que el estudiante haya pedido anteriormente.

Las siguientes respuestas tienen elementos en común respecto a la presentación de la página y del chat-box: *"El sistema de chat de TIPOO se ve muy reducido, esto puede llegar a incomodar"*, *"Interfaz gráfica, un poco más amigable visualmente"*, *"El cómo se identifican los elementos, no los siento llamativos"*. Éstas cuestiones corroboran el comentario respecto a la interfaz de usuario, está claro que el sistema tiene una debilidad en la presentación y los elementos visuales el cual permiten la atracción del usuario hacia el sistema, teniendo mejor percepción positiva respecto a la usabilidad y el diseño en general del mismo. Algunas mejoras se plantean como trabajo futuro en el capítulo 6.

Respecto a la funcionalidad general del sistema, tenemos una respuesta que dice: *"Una buena idea como herramienta para el enfoque estudiantil que facilite y ahorre*

tiempo al usuario para encontrar información sin tener que visitar 10 páginas webs y 5 videos."

Un agente que toma el rol como asistente delega la tarea de búsqueda de material de estudio y sólo lo presenta ante al estudiante, de ésta forma, facilita la búsqueda de información de un tema en específico, agrupando el material de estudio en un sólo lugar. Los materiales de estudio se presentan de distintos medios, por lo que en trabajos futuros, usando procesamiento de lenguaje natural se pueden analizar los estilos de aprendizaje de un estudiante para responderle en el material de estudio más afín de su estilo de aprendizaje.

Respecto al monitoreo de acciones durante la sesión de experimentación: se captaron los estudiantes navegaban a través del contenido de la página primero, haciendo click en diversos botones que mostraban sólo una etiqueta de un material de estudio. Ésto nos indica que en un caso real, lo primero que el estudiante acudirá es el contenido que ofrece la página para los estudiantes. Otra acción notable es el uso del tutorial localizado en la esquina superior derecha de la página web, donde muestra una serie de imágenes consistentes a la manera de uso del chat-box del agente. Otra acción notable es la forma en cómo los participantes mueve el puntero del ratón; durante la sesión los participantes limitaban los movimientos del mouse a pequeños movimientos ligeros, ésto da la impresión de que en un caso real el estudiante pueda sentirse incómodo en la página web debido a los elementos que muestra. Ésta última parte corrobora con los comentarios que hicieron los participantes respecto a la interfaz de usuario, dicho aspecto se abarca como trabajo futuro en el capítulo 6.

Respondiendo a las preguntas planteadas en el capítulo 1 y la pregunta principal en forma de hipótesis en el capítulo 4: El impacto que brinda un agente inteligente integrando elementos no verbales como gestos y expresiones faciales en la motivación del estudiante es positivo. Fue respondida con éxito, con tendencia hacia una respuesta positiva. La explicación a ésto es gracias a la evaluación que se le dió al sistema a través de las encuestas, el cual permite confirmar que el diseño, estructura y enfoque fueron correctos. La integración del avatar 3D es otro punto importante, ya que es el elemento visual central del agente de la propuesta planteada.

Sin embargo, tal y como lo indican los resultados de las encuestas respecto a la usabilidad de las tecnicidades, diseño de interfaz y experiencia de usuario del sistema propuesto, se tiene que realizar un proceso de mejoramientos para la estructura de los elementos visuales y la interacción entre ellos y con los estudiantes, así como proveer una mejora a la presentación de dichos elementos visuales. Fue gracias a estos dos aspectos importantes los cuáles las causas principales por las cuales los participantes calificaron como pobre al sistema. Las encuestas realizadas permiten ver y analizar las debilidades y puntos a mejorar en el sistema propuesto.

Las otras preguntas formuladas como hipótesis:

- Es posible hacer sentir al estudiante los deseos de aprender usando a un agente inteligente.

Las respuestas conforme a la frecuencia, la usabilidad, la retroalimentación abierta y la calificación de la motivación nos indican que ésta hipótesis exploratoria tiene tendencia hacia una respuesta positiva. Ésto nos confirma que el uso de agentes inteligentes como asistentes y/o soporte para el estudiante tiene un buen potencial para los tiempos presentes y el futuro, ésto considerando la complejidad de medición de la motivación como si fuese una métrica estricta y formal, ya que depende de una multitud de factores (como se narra en el capítulo 1 y capítulo 2).

- Un agente inteligente no tiene el mismo impacto en el estudiante que un tutor humano.

Ésta hipótesis exploratoria es confirmada en el sentido de que el agente no presenta el mismo impacto que una persona en físico, ésto se puede explicar: así como lo dice la literatura documentada en el capítulo 2, los agentes inteligentes no sustituyen al profesor de clase sino que se toma un intermediario que actúe como soporte hacia el estudiante, delegando ciertas tareas de manejo de información y objetos de estudio para que el estudiante sólo se enfoque en sus actividades y tópicos de interés. Ésto también involucra la experiencia de interacción y nociones preestablecidas de una persona ante cualquier dispositivo con cualquier tipo de software.

Capítulo 6. Conclusiones y Trabajo(s) Futuro(s)

A continuación, se darán a conocer de forma breve y transparente el cumplimiento y comentario final de todos y cada uno de los objetivos planteados en ésta documentación, así como una respuesta definitiva a cada una de las preguntas elaboradas a partir de los objetivos; de la misma forma, se dan a conocer el estado de las hipótesis planteadas anteriormente con la finalidad de aclarar de forma objetiva una oración declarativa que sirve como conclusión final del impacto del proyecto de intervención narrada en ésta documentación:

En la tabla 12, se muestra un reporte de los objetivos mencionados en el capítulo 1, el estado de satisfacción (si fue completado o no) de cada objetivo y comentarios adicionales respecto a lo alcanzado para corroborar que dicho objetivo fue cumplido o no.

Tabla 12. Reporte de objetivos.

Objetivo	Estado	Comentario(s)
Objetivo general. Desarrollar un agente inteligente con capacidad de diálogo textual en lenguaje natural para dialogar con un estudiante, determinando su rendimiento académico a través de la motivación de dicho estudiante.	COMPLETO	El agente puede tomar palabras y formar oraciones, mientras que el material de estudio lo presenta de distintas formas. Se realizó una pregunta de retroalimentación para evaluar el incremento de motivación.
Diseñar un avatar especializado en un software de diseño 3D que permite la interactividad con el estudiante.	COMPLETO	El agente se puede visualizar en el navegador de la computadora o celular inteligente.
Diseñar la arquitectura de	COMPLETO	Se presentan snippets de

software del agente inteligente.		código y diagramas del back-end del sistema.
Diseñar el diálogo, interacciones, gestos y gramática de procesamiento de texto del agente inteligente.	COMPLETO	La estructura de palabras y taxonomía se presentan de forma textual al interactuar con el agente.
Integrar al agente con el avatar en un sistema de aprendizaje.	COMPLETO	Se integró el módulo de diálogo afectivo con el sistema base TIPOO y al avatar en 3D.
Determinar la motivación del estudiante usando el agente-avatar.	COMPLETO	Se realizaron dos formas de evaluar el incremento de motivación del estudiante.

En la tabla 13, se muestra un reporte de las preguntas planteadas en el capítulo 1, se presentan las preguntas realizadas, su estado de cumplimiento y comentarios adicionales respecto al cumplimiento de dicha pregunta de investigación.

Tabla 13. Reporte de preguntas.

Pregunta	Estado	Comentario(s)
¿Cuál es el impacto de un agente inteligente que integra elementos no verbales del diálogo como gestos y expresiones faciales en la motivación de los estudiantes?	CONTESTADA	El impacto se muestra cuando el estudiante nos dice sobre su motivación al interactuar con el sistema (como se narra en el capítulo 5).
¿Es posible hacer sentir al estudiante la motivación	CONTESTADA	Si es posible, con resultados mixtos ya que la

para aprender, usando un agente inteligente?		motivación es un aspecto complejo (como se narra en el capítulo 5)
¿Un agente inteligente puede tener el mismo impacto en el estudiante al hablar con él que un tutor humano?	CONTESTADA	No lo tiene, el tutor tiene el rol de un intermediario/asistente no sustituto del profesor en su totalidad.

Realizando un análisis breve respecto a las aportaciones y alcance de las preguntas de investigación, tenemos entonces lo siguiente:

- Se corrobora con más evidencia, el hecho de usar la tecnología como una herramienta que fomenta el aprendizaje en el estudiante, considerando siempre que dicha herramienta no será un sustituto del profesor sino sólo un apoyo adicional al ciclo retroalimentativo aprendizaje-enseñanza.
- Los resultados permiten que las respuestas a las preguntas concuerden en un panorama con tendencia a un buen futuro cuando se trata de herramientas de apoyo orientadas a la educación, en otras palabras, los agentes inteligentes orientados a la educación siguen teniendo un impacto positivo en el aprendizaje.
- Respecto a las aportaciones a la literatura científica, se cuentan con resultados que corroboran los trabajos de estado de arte investigados y narrados en ésta documentación.

Respecto a los alcances logrados, contemplando el estado del arte y la metodología usada, tenemos:

- El apoyo es positivo por parte de los estudiantes cuando se trata del desarrollo de herramientas de apoyo a la educación de los mismos, por lo tanto, existe demanda por la creación de tecnologías usando inteligencia artificial orientados a la educación.

- Éste trabajo se puede tomar como una evidencia más que se tiene hacia el apoyo de tecnologías usando inteligencia artificial y diseño de dichas tecnologías.

Por último, tenemos una conclusión final del proyecto de intervención definitivo que aclara todas las preguntas, objetivos e hipótesis desarrolladas en ésta documentación; tomando en consideración el estado del arte y la metodología empleada, así como los resultados mostrados en el capítulo anterior: las tecnologías de la información presentan una alternativa de gran impacto positivo cuando se trata de la educación de un estudiante. Dichas tecnologías permiten que el proceso de enseñanza y de aprendizaje, así como la comunicación (y todos los elementos de la comunicación que se comprenden), sea una experiencia productiva y promotora de la participación e iniciativa del estudiante hacia el estudio. Gracias al mundo tecnológico en la educación (séase clásica, virtual y/o híbrida), el estudiante y el profesor tienen un mejor control sobre la clase y ésto se muestra la participación que muestran los estudiantes hacia el estudio.

Los siguientes párrafos muestran la(s) limitaciones y recomendación(es) del proyecto de intervención.

Una de las limitaciones que se presentó en la elaboración de éste proyecto fue el hecho de la situación de pandemia SARS-COV2, mientras que existió una baja repentina en muchos procesos a nivel mundial, incluyendo al sector educativo; por cuestiones de salud no se nos permitió la aproximación física con estudiantes ni profesores, por lo tanto, la retroalimentación no fue realizada de forma presencial, sin embargo, ésta cuestión presentó en cierta forma una especie de reto en donde se decidió tomar la metodología a través de uso virtual (metodología empleada) por lo cual se obtuvieron resultados bajo una influencia de los potenciales inconvenientes de las redes inalámbricas.

Una recomendación para cualquier investigador o interesado en el desarrollo de replicación y/o seguimiento del proyecto antes narrado:

Las tecnologías de programación para la creación de herramientas inteligentes tienen una cierta versión de soporte por parte de los autores y/o comunidad de

programadores, la recomendación sería entonces desde un punto de vista técnico: dar mantenimiento al código de tal forma de migrar o tener una versión estable donde exista apoyo y documentación reciente, ya que muchas de las herramientas o módulos se encuentran, en su mayoría, actualizados para las versiones más recientes de un lenguaje de programación.

Para los trabajos futuros que nacen a partir de lo desarrollado y documentado, se cuentan con varios proyectos, divididos en dos categorías:

Ciclo de Vida del Sistema

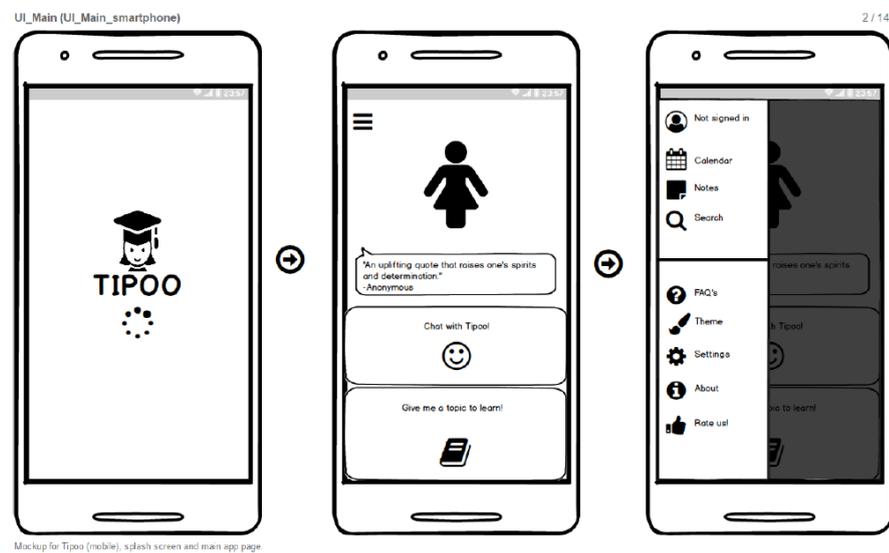
Respecto a los aspectos que sustentan el ciclo de vida del sistema propuesto que permite tener usabilidad constante por parte de los usuarios, un proyecto que se puede considerar como trabajo futuro recae en las mejoras de los aspectos de programación con el que fue creado el sistema. La versión presente fue realizada en Python 2.4, dicha versión es antigua y su documentación se dejó de dar soporte. El trabajo a futuro consistiría en hacer un cambio de la versión del lenguaje de programación, comúnmente conocido como *port*, a la versión más actualizada de Python (3.10) conservando la lógica de programación para la implementación de todas las librerías y módulos de python necesarios para mantener la integridad del contenido de las funciones y tareas ya programadas.

Otro trabajo a futuro desde el punto de vista del ciclo de vida, sería un mejoramiento de la interfaz de usuario. Tal y como se indicó anteriormente en el capítulo 5, la interfaz de usuario tuvo una cierta influencia para la satisfacción del usuario al momento de hacer uso del sistema. Por lo que es muy importante considerar los aspectos visuales, que a su vez esto implica y da por hecho, un cambio beneficioso para la experiencia del usuario (Ux). Se podría manejar los scripts de Bootstrap o realizar modificaciones en los mismos archivos html y css para dar un decorado más amigable y con esto, tener una funcionalidad útil cuando se trata de la interacción con el sistema.

Expansión de la Propuesta

Basado en los trabajos relacionados en el capítulo 2, las tecnologías de la información han sido de gran utilidad para los estudiantes cuando se trata de la

optimización y administración de actividades y tareas, dichos trabajos presentan una forma de marcar el progreso del estudiante, así como poner énfasis en aquellas áreas donde requiera más esfuerzo o atención. Para el caso del sistema propuesto, un trabajo a futuro podría ser el desarrollo de una aplicación móvil para tener la facilidad y portabilidad del sistema en un programa de celular sin requerir el uso forzoso de una computadora, tal y como lo muestra la figura 28, se muestran algunos mockups tentativos del sistema en una aplicación móvil, dando a conocer las pantallas de inicialización de la aplicación que lleva consecuentemente a la página principal y a partir de aquí, al menú táctil de navegación general de la aplicación; y por último, muestra la pantalla de retroalimentación o feedback de la aplicación móvil.





Users can send a comment and/or rate the app on the online store

Fig 28. Mockups del sistema.

Otro trabajo a futuro respecto al contenido y expansión que ofrece el sistema es la implementación de algoritmos y redes neuronales para ofrecer recomendaciones basado en el usuario, en éste caso, las recomendaciones serían materiales de estudio de acuerdo al tipo de aprendizaje del estudiante.

Capítulo 7. Referencias bibliográficas

Referencias

- [1] Selanik-Ay, T., & Erbasan, Ö. (2016). Views of classroom teachers about the use of out of school learning environments. *Journal of Education and Future*, (10), 35-50.
- [2] Lin, M. H., & Chen, H. G. (2017). A study of the effects of digital learning on learning motivation and learning outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3553-3564.
- [3] Gopalan, V., Bakar, J. A. A., Zulkifli, A. N., Alwi, A., & Mat, R. C. (2017, October). A review of the motivation theories in learning. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1891, No. 1, p. 020043). AIP Publishing LLC.
- [4] Molina Gómez, A., Roque Roque, L., Garcés Garcés, B., Rojas Mesa, Y., Dulzaides Iglesias, M., & Selín Ganén, M. (2015). El proceso de comunicación mediado por las tecnologías de la información. Ventajas y desventajas en diferentes esferas de la vida social. *MediSur*, 13(4), 481-493.
- [5] Federation University Australia. (2021, February 8). *Types of feedback*. <https://federation.edu.au/staff/learning-and-teaching/teaching-practice/feedback/types-of-feedback>
- [6] Canabal, C., & Margalef, L. (2017). La retroalimentación: la clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 21(2), 149-170.
- [7] Njenga, S. T., Oboko, R. O., & Omwenga, E. I. (2017). Use of intelligent agents in collaborative M-learning: case of facilitating group learner interactions.
- [8] Dinçer, S., & Doğanay, A. (2017). The effects of multiple-pedagogical agents on learners' academic success, motivation, and cognitive load. *Computers & Education*, 111, 74-100.

- [9] Rodríguez Cavazos, J. (2013). Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *Presencia universitaria*, 3(5), 36-45.
- [10] Monroy, A., Hernández, I. A., & Jiménez, M. (2018). Aulas digitales en la educación superior: Caso México. *Formación universitaria*, 11(5), 93-104.
- [11] Ramírez-Ramírez, L. N. (2018). Formación profesional docente en ambientes e-learning: Percepciones de estudiantes sobre un posgrado virtual en México. In *TERCER CONGRESO INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE DESIGUALDAD SOCIAL, EDUCATIVA Y PRECARIZACION EN EL SIGLO XXI*. Universidad Malaga.
- [12] Asale, R. (2020). *educación* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/educaci%C3%B3n>
- [13] Alberto Alberico, J. (2018). El B-learning en el nivel primario: un diálogo entre la educación presencial y la educación a distancia. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas. Recuperado de <https://elibro.net/en/lc/tectijuana/titulos/78820>.
- [14] Asale, R. (2020). *tecnología* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/tecnolog%C3%ADa>
- [15] Asale, R. (2020). *información* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/informaci%C3%B3n>
- [16] Vasconcelos Santillán, J. (2016). *Tecnologías de la información* (2a. ed.). México, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/en/lc/tectijuana/titulos/40411>.
- [17] Liu, B., Tur, G., Hakkani-Tur, D., Shah, P., & Heck, L. (2018). Dialogue learning with human teaching and feedback in end-to-end trainable task-oriented dialogue systems. *arXiv preprint arXiv:1804.06512*.
- [18] Asale, R. (2020). *psicología* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/psicolog%C3%ADa>

- [19] Asale, R. (2020). *motivación* | *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/motivaci%C3%B3n>
- [20] Gallardo Vázquez, P. y Camacho Herrera, J. M. (2016). *La motivación y el aprendizaje en educación*. Sevilla, Spain: Wanceulen Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/en/lc/tectijuana/titulos/33740>.
- [21] Alfonso Sánchez, I. R. (2003). La educación a distancia. *Acimed*, 11(1), 3-4.
- [22] Peñalvo, F. J. G. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2).
- [23] Tavangarian, D., Leypold, M. E., Nölting, K., Röser, M., & Voigt, D. (2004). Is e-Learning the Solution for Individual Learning?. *Electronic Journal of E-learning*, 2(2), 273-280.
- [24] Moor, J. (2006). The Dartmouth College artificial intelligence conference: The next fifty years. *Ai Magazine*, 27(4), 87-87.
- [25] Oppy, G., & Dowe, D. (2003). The turing test.
- [26] University of Toronto, Mississauga. (2015, January 9). *Some History and Intelligent Agents*. [Http://Www.Cs.Toronto.Edu/](http://www.cs.toronto.edu/~lyan/csc384/w1/csc384ch2agents.pdf)
<http://www.cs.toronto.edu/~lyan/csc384/w1/csc384ch2agents.pdf>
- [27] Ramesh, A. N., Kambhampati, C., Monson, J. R., & Drew, P. J. (2004). Artificial intelligence in medicine. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 86(5), 334.
- [28] Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40.
- [29] Baker, M. J. (2000). The roles of models in Artificial Intelligence and Education research: a prospective view. *Journal of Artificial Intelligence and Education*, 11, 122-143.

- [30] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- [31] Bitzer, D., Braunfeld, P., & Lichtenberger, W. (1961). PLATO: An automatic teaching device. *IRE Transactions on Education*, 4(4), 157-161.
- [32] Badyal, D. K., & Singh, T. (2017). Learning theories: the basics to learn in medical education. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 7(Suppl 1), S1.
- [33] Mcleod, S. (2020, December 29). *Maslow's Hierarchy of Needs*. Simply Psychology. <https://www.simplypsychology.org/maslow.html#gsc.tab=0>
- [34] A García-Allen, J. (2018). *Tipos de motivación: las 8 fuentes motivacionales*. Obtenido de *Psicología y mente*: <https://psicologiaymente.net/psicologia/tipos-de-motivacion>
- [35] B Llanga Vargas, E. F., Murillo Pardo, J. J., Panchi Moreno, K. P., Paucar Paucar, M. M., & Quintanilla Orna, D. T. (2019). La motivación como factor en el aprendizaje. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (junio).
- [36] Rudowsky, I. (2004). Intelligent agents. *Communications of the Association for Information Systems*, 14(1), 14.
- [37] Wang, P. (2019). On defining artificial intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1-37.
- [38] Li, X. (2007). Intelligent agent-supported online education. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 5(2), 311-331.
- [39] Martha, A. S. D., & Santoso, H. B. (2019). The design and impact of the pedagogical agent: A systematic literature review. *Journal of educators Online*, 16(1), n1.

- [40] Lin, L., Ginns, P., Wang, T., & Zhang, P. (2020). Using a pedagogical agent to deliver conversational style instruction: What benefits can you obtain?. *Computers & Education*, 143, 103658.
- [41] Jiménez, S., Juárez-Ramírez, R., Navarro, R., Coronel, A., & Castillo, V. H. (2016, April). Architecting an intelligent tutoring system with an affective dialogue module. In *2016 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)* (pp. 122-129). IEEE.
- [42] Jiménez, S., Juárez-Ramírez, R., Castillo, V. H., & Ramírez-Noriega, A. (2018). Integrating affective learning into intelligent tutoring systems. *Universal Access in the Information Society*, 17(4), 679-692.
- [43] Brooke, J. (1986). *SUS - A quick and dirty usability scale*. digital.ahrq.gov. https://digital.ahrq.gov/sites/default/files/docs/survey/systemusabilityscale%2528sus%2529_comp%255B1%255D.pdf
- [44] Paz, F., Paz, F. A., & Pow-Sang, J. A. (2016, July). Application of the communicability evaluation method to evaluate the user interface design: a case study in web domain. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability* (pp. 479-490). Springer, Cham.
- [45] RAE. (n.d.). *ontología | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Retrieved March 4, 2022, from <https://dle.rae.es/ontolog%C3%ADa>
- [46] Nielsen, J. (2012, June 3). *How Many Test Users in a Usability Study?* Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>