



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



"POR MI PATRIA Y POR MI BIEN"

TESIS

APLICACIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA A LA
SELECCIÓN DE EXPRESIONES VERBALES EN AGENTES VIRTUALES
SOCIO-EMOCIONALES

Que para obtener el grado de:
DOCTORA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Presenta:
M.G.A. Xochitl Samantha Delgado Hernández
D00070133
No. CVU 828822

Director(a):
Dra. María Lucila Morales Rodríguez
No. CVU 211781

Co-Director(a):
Dr. Nelson Rangel Valdez

Ciudad Madero, Tamaulipas.

Diciembre 2021.



Cd. Madero, Tam. **10 de noviembre de 2021**

OFICIO No. : U.133/21
ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE
IMPRESIÓN DE TESIS

C. XOCHITL SAMANTHA DELGADO HERNÁNDEZ
No. DE CONTROL D00070133
PRESENTE

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su Examen de Grado de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, se acordó autorizar la impresión de su tesis titulada:

“APLICACIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA A LA SELECCIÓN DE EXPRESIONES VERBALES EN AGENTES VIRTUALES SOCIO-EMOCIONALES”

El Jurado está integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE:	DRA. MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
SECRETARIO:	DR. NELSON RANGEL VALDEZ
VOCAL 1:	DR. JUAN JAVIER GONZÁLEZ BARBOSA
VOCAL 2:	DRA. LAURA CRUZ REYES
VOCAL 3:	DRA. CLAUDIA GUADALUPE GÓMEZ SANTILLÁN
DIRECTORA DE TESIS:	DRA. MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
CO-DIRECTOR DE TESIS:	DR. NELSON RANGEL VALDEZ

Es muy satisfactorio para la División de Estudios de Posgrado e Investigación compartir con usted el logro de esta meta. Espero que continúe con éxito su desarrollo profesional y dedique su experiencia e inteligencia en beneficio de México.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
"Por mi patria y por mi bien"®

MARCO ANTONIO CORONEL GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p.- Archivo
MACG 'mdcoa'





DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD, PROPIEDAD INTELECTUAL, CESIÓN DE DERECHOS Y/O CONFIDENCIALIDAD.

Declaro y prometo que este documento de tesis es producto de mi trabajo original y que no infringe los derechos de terceros, tales como derechos de publicación, derechos de autor, patentes y similares.

Además, declaro que en las citas textuales que he incluido (las cuales aparecen entre comillas) y en los resúmenes que he realizado de publicaciones ajenas, indico explícitamente los datos de los autores y las publicaciones.

Además, en caso de infracción de los derechos de terceros derivados de este documento de tesis, acepto la responsabilidad de la infracción y relevo de ésta a mi director y codirectores de tesis, así como al Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Madero y sus autoridades.

10 de Noviembre de 2021, Cd. Madero, Tamps.

MGA Xochitl Samantha Delgado Hernández.

Dedicatoria

A mis amados hijos Dariel e Ithan, por ser la razón más importante en mi vida.

Agradecimientos

Primeramente a Dios por permitirme ver terminado este proyecto de vida.

A mis padres Cesar Delgado Aburto (†) y Martha Hernández Montoya, que sin su apoyo incondicional no estaría en donde estoy ahora.

A mis directores de proyecto, la Dra. María Lucila Morales Rodríguez y el Dr. Nelson Rangel Valdez, por su gran apoyo en todo momento y por haber creído en mí desde el inicio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado a través de la beca nacional No.786061, que alcanzó para cubrir mis gastos adicionales.

Al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

APLICACIÓN DE MODELOS DE PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA A LA SELECCIÓN DE EXPRESIONES VERBALES EN AGENTES VIRTUALES SOCIO-EMOCIONALES

Xochitl Samantha Delgado Hernández

D00070133

No. CVU 828822

Resumen

Actualmente, es posible mantener una conversación entre hombre y máquina o agentes virtuales conversacionales (AVC), utilizando diferentes métodos para lograr esta interacción, algunos mejores que otros. Sin embargo, para emular el comportamiento humano, aún queda mucho por avanzar en este campo. El objetivo de este trabajo es la creación de un modelo que optimice la selección de respuesta de un AVC. El modelo propuesto utiliza actos de habla para caracterizar las frases tanto del agente virtual como del usuario, y métodos de sobreclasificación para seleccionar la mejor respuesta del agente para una interacción determinada del usuario. El AVC se desarrolla con una nueva arquitectura que integra un corpus de frases caracterizadas, un proceso deliberativo y un modelo de personalidad, además del modelo de selección de frases. El proceso deliberativo ayuda a que las respuestas del agente virtual tengan objetivos e intenciones cercanos a los de una persona real, a diferencia de las frases emitidas por algunos chatbots de última generación.

APPLICATION OF MATHEMATICAL PROGRAMMING MODELS TO THE SELECTION OF VERBAL EXPRESSIONS IN VIRTUAL SOCIO-EMOTIONAL AGENTS

Xochitl Samantha Delgado Hernández

D00070133

No. CVU 828822

Abstract

Currently, it is possible to hold a conversation between man and machine or conversational virtual agent (CVA), using different methods to achieve this interaction, some better than others. However, to emulate human behavior, but there is still much to advance in this field. The objective of this work is the creation of a model that optimizes the response selection of a CVA. The proposed model uses speech acts to characterize the phrases of both the virtual agent and the user and outranking methods to select the best agent's response for given user interaction. The CVA is developed by a new architecture that integrates a corpus of characterized phrases, a deliberative process and a personality model, in addition to the phrase selection model. The deliberative process help to the virtual agent's responses have objectives and intentions closer to those of a real person, unlike the phases provided by some state-of-the-art chatbots.

Índice general

Resumen	VII
Abstract	VIII
Índice de Tablas	XIII
Índice de Figuras	XV
1 Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Objetivos	6
1.3 Justificación del estudio	7
1.4 Organización de la tesis	8
2 Fundamento teórico	9
2.1 Arquitecturas de agente	10
2.2 Actos de habla	19
2.3 Toma de decisiones	22
3 Estado del arte	27
3.1 Arquitecturas de Agentes Conversacionales	28
3.2 Actos de habla	29
3.3 Métodos de sobre-clasificación	30
4 Propuesta de solución	32
4.1 Arquitectura del agente	33
4.1.1 Percepción	35

4.1.2	Memoria y conocimiento	35
4.1.3	Modelo comportamental	36
4.1.4	Selección de respuesta	36
4.1.5	Acción	36
4.2	Corpus de frases	37
4.3	Modelo de caracterización	39
4.4	Modelo de perfil de decisores	42
4.5	Modelo de selección de frases	48
4.6	Método para la generación de instancias	53
4.7	Agente virtual conversacional en Python	59
5	Experimentación y resultados	64
5.1	Métrica de desempeño	65
5.2	Caso de estudio No. 1	65
5.3	Caso de estudio No. 2	68
5.4	Caso de estudio No. 3	71
5.5	Caso de estudio No. 4	74
5.6	Resultados finales	76
6	Conclusiones y Trabajos a futuros	78
6.1	Conclusiones	78
6.2	Trabajos Futuros	79
6.3	Aportaciones del trabajo de tesis	80
	Bibliografía	81
	Anexos	86
A	Grabación en ListNote	87
B	Frases del diálogo	89

C	Criterios por categoría para caracterizar	91
D	Caracterización del corpus	94
E	Forma de aplicar incremento por criterio	96
F	Diálogo completo generado en Python	99
G	Distancias euclidianas	104

Índice de Tablas

Tabla 3.1	Cuadro comparativo del estado del arte.	31
Tabla 4.1	Frases extraídas de una grabación	38
Tabla 4.2	Criterios por grupo para la caracterización de frases.	40
Tabla 4.3	Ejemplo de caracterización.	41
Tabla 4.4	Valor de la toleración para las dimensiones de personalidad.	45
Tabla 4.5	Valor de parámetros según tipo de decisor.	47
Tabla 4.6	Ejemplo de selección de frase	52
Tabla 4.7	Parte de la lista de índices de credibilidad.	52
Tabla 4.8	Ejemplo de selección de criterios modificables.	54
Tabla 4.9	Incremento según parámetros.	55
Tabla 4.10	Ejemplo de comparación de valores entre una frase agresiva y una cordial. . .	56
Tabla 4.11	Ejemplo de asignación de la forma de aplicación del incremento.	56
Tabla 4.12	Asignación de valores por grupo de criterios.	57
Tabla 4.13	Ejemplo de generación de instancias basadas un corpus de frases caracterizadas por un decisor neutro.	57
Tabla 4.14	Ejemplo de dos entradas de contextos diferentes para evaluar las respuestas provenientes del corpus integrado por nuevas instancias.	58
Tabla 4.15	Significados similares y diferentes en frases.	59
Tabla 5.1	Ejemplo de comparación entre Diálogo Esperado (DE) y Diálogo Generado (DG). .	66
Tabla 5.2	Distancias euclidianas y porcentaje de éxito de cada frase	67
Tabla 5.3	Instancias originales y creadas.	68

Tabla 5.4	Resultados de la comparación entre diálogos generados y esperados de las 25 instancias	69
Tabla 5.5	Conversación con Cleverbot.	72
Tabla 5.6	Comparación de respuestas del Agente vs Cleverbot.	73
Tabla 5.7	Resultados de la comparación entre las conversaciones generadas por los agentes contra la esperada.	73
Tabla 5.8	Resultados de las evaluaciones.	75
Tabla 2.1	Frases extraídas de la grabación entre maestro y alumno.	90
Tabla 3.1	Descripción de criterios.	93
Tabla 4.1	Caracterización del corpus mostrando solo 5 de 71 criterios.	95
Tabla 5.1	Forma de aplicar el incremento por criterio.	98
Tabla 7.1	Distancias euclidianas entre DE vs DG.	106

Índice de Figuras

Figura 1.1	Temas principales de este proyecto	3
Figura 2.1	Interacción del agente con el medioambiente	11
Figura 2.2	Estructura de un agente basado en utilidad.	13
Figura 2.3	Arquitectura Horizontal y Vertical.	13
Figura 2.4	Arquitectura Deliberativa por Carlos Iglesias [1].	14
Figura 2.5	ELIZA, primer chatbot creado por Joseph Weizenbaum [2].	15
Figura 2.6	Tipos de arquitecturas de los agentes conversacionales.	16
Figura 2.7	Tipos de personalidad Myers-Briggs.	18
Figura 2.8	Familia ELECTRE.	26
Figura 4.1	Arquitectura deliberativa propuesta con modelo de selección de frases integrado	33
Figura 4.2	Interacción de información entre cada módulo de Arquitectura propuesta. . .	34
Figura 4.3	Interacción entre agente y usuario.	37
Figura 4.4	Diagrama MBTI indicando el grupo de profesores.	43
Figura 4.5	Tipos de personalidad según su tolerancia.	46
Figura 4.6	Relaciones difusas	50
Figura 4.7	Diagrama de flujo del modelo de selección de frases	51
Figura 4.8	Proceso conversacional del agente.	60
Figura 5.1	Porcentaje de éxito del agente en el caso 1.	67
Figura 5.2	Porcentaje de éxito del agente en el caso 2.	70
Figura 5.3	Logo de la página de Cleverbot	71
Figura 5.4	Porcentaje de éxito del agente en el caso 3.	74

Figura 5.5	Parte de una evaluación de frases	74
Figura 5.6	Porcentaje de éxito del agente en el caso 4.	76

Introducción

En la actualidad se puede encontrar tecnología muy avanzada basada en inteligencia artificial, que trata de emular el comportamiento humano a través de máquinas, logrando satisfactorios objetivos en diversos campos como el industrial, salud, militar, educación, entre otros.

Esta tecnología está constituida por agentes inteligentes que tienen la capacidad de percibir su entorno, procesar la información y generar respuestas racionales ya sean acciones físicas o verbales que les permite un comportamiento autónomo en el sistema en que se desarrollan.

Los agentes inteligentes pueden ser físicos, como lo son los robots que sirven en el hogar o en la industria, aunque su alcance es limitado aún. Los agentes inteligentes también pueden ser virtuales, un buen ejemplo de estos, son los que se observan en los serious games, juegos serios o juegos formativos, que son programas de aprendizaje principalmente con fines militares, educativos, políticos y de salud.

Los serious games contienen uno o varios personajes con su propia personalidad, los cuales son llamados agentes conversacionales animados que puede interactuar con el usuario simulando situaciones reales asemejándose a un individuo, resultando en una aportación de conocimiento y grado de experiencia adquirido a través de su utilización, lo que optimiza el aprendizaje del usuario y lo involucra en la toma de decisiones de problemáticas dentro del videojuego. Es por lo anterior, que estos juegos serios son utilizados como medio de entrenamiento ya que son métodos de enseñanza modernos aplicados a distintas materias.

Lograr la inteligencia en estos personales no es cosa fácil, actualmente se siguen estudiando métodos para lograrlo, la mejora continua permite un razonamiento cada vez más parecido al del ser humano. Existen diversos métodos para dirigir el diálogo de un agente virtual inteligente, pero muy poco se han relacionado con los modelos de programación matemática y es lo que en este estudio se aplicará.

La motivación de éste proyecto es diseñar un agente virtual lo suficientemente inteligente para que interactúe con usuarios, que tenga creencias, deseos, intenciones y una personalidad, y que sirva como guía para comprender y desarrollar habilidades. En resumen, se pretende dirigir el diálogo entre un Agente Conversacional Animado (ACA) y otro agente (usuario), para llevar a cabo esta tarea, se propone el diseño y caracterización de un corpus que permita la selección de la frase adecuada a través de: actos de habla y de un modelo de programación matemática basados en métodos de sobre-clasificación para su aplicación en un serious game.

Se destacan tres temas principales que darán forma a esta investigación. Primeramente están las arquitecturas de agente, de las cuales se estudiarán las principales o más conocidas y se propondrá una nueva arquitectura con personalidad para utilizar en el agente virtual conversacional. Como segundo tema están los actos de habla, que serán usados para caracterizar las frases que el agente almacenará para dar posibles respuestas, así como las frases de entrada del usuario. Y finalmente se estudiarán los métodos de sobre-clasificación para la toma de decisiones, de los cuales se elegirá uno que ayude en el proceso de selección de frases o respuestas del agente para el usuario.

A continuación se muestra en la Figura 1.1, los principales temas de la investigación y como convergen entre sí, para lograr un resultado en conjunto.

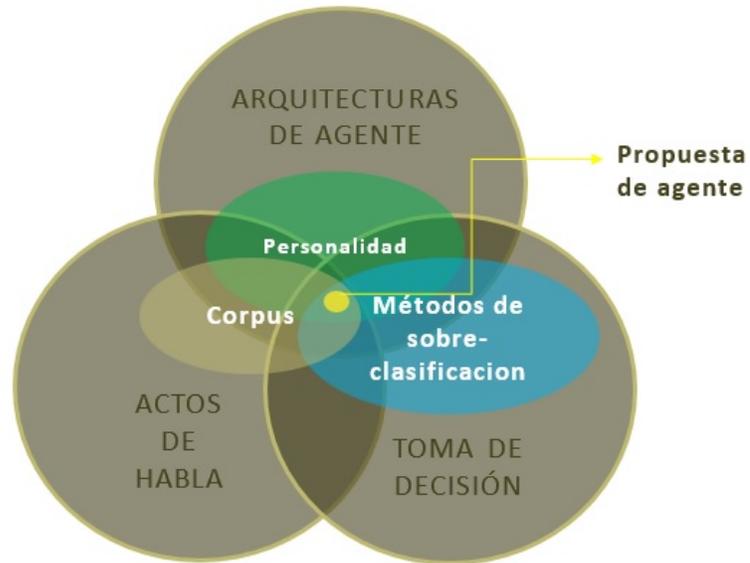


Figura 1.1: *Temas principales de este proyecto*

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este proyecto se busca optimizar el diálogo entre un Agente Convencional Animado y otro agente. Para llevar a cabo esta tarea se propone el diseño y caracterización de un corpus que permita la selección de la frase adecuada a través actos del habla y de un modelo de programación matemática basados en métodos de sobre-clasificación.

Para formalizar el Problema (P), se tiene un Agente virtual(A) inmerso dentro de un Contexto (C), un corpus de Expresiones (E) y un método de Sobre-clasificación (S) que comparara la calidad de expresiones. Para lo anterior, se requiere un Modelo de caracterización (M) compuesto por un Grupo de criterios (G) que den valores de Intensidad (I) a cada frase para poder compararlas y seleccionar una de ellas.

Dados:

1. Un Agente virtual A, que integra un método de Sobre-clasificación S.
2. Un Contexto C para comparar el corpus de Expresiones E.
3. Un corpus de Expresiones E, que son las alternativas del Agente virtual A.
4. Un método de Sobre-clasificación S, que servirá para resolver el problema P.

Se busca:

1. Un Modelo de caracterización M, compuesto de un Grupo de criterios G y una escala de valores de Intensidad I.
2. Un Grupo de criterios $G = g_1, g_2, \dots, g_n$ que caractericen las frases del corpus y del contexto.
3. Una escala de valores de Intensidad I, donde: $0 \leq I \leq 1$, lo que dará valores numéricos a cada criterio.

Preguntas

Con respecto al planteamiento anterior, se realizan las siguientes preguntas:

1. ¿Es posible modelar los actos de habla de (A) asociados a (C) para definir las frases de (E)?
2. ¿Es posible usar (S) para seleccionar una frase que responda adecuadamente, en un diálogo entre actores, donde uno de ellos es (A)?

Hipótesis

Las hipótesis que surge a raíz de las preguntas realizadas son:

H_i = La selección de frases de (A) se puede modelar a través de la caracterización de actos de habla y su evaluación por medio de (S).

H_0 = La selección de frases de (A) no se puede modelar a través de la caracterización de actos de habla y su evaluación por medio de (S).

H_a = La selección de frases de (A) se puede modelar a través de la caracterización de actos de habla, pero no evaluar por medio de (S).

Alcances

- Se utilizará la arquitectura BDI como base para la creación del agente.
- Se analizarán los métodos de sobre-clasificación para la selección del diálogo.
- Se asume que la interacción con el entorno se conoce a priori a través de un conjunto de variables que lo caracterizan

Limitaciones

- El diálogo que se manejará será sólo de forma escrita.
- Las emociones se expresarán de forma escrita o con imágenes.
- El tema de conversación será limitado.

1.2. OBJETIVOS

En esta sección se describe el objetivo general de éste proyecto, que será la meta a alcanzar, básicamente la propuesta final, así como los objetivos específicos que son las tareas a realizar para conseguir esa meta.

Objetivo general

Estudiar modelos de programación matemática para dirigir el diálogo y seleccionar los actos de habla (expresiones verbales) empleados en el diseño de Agentes Conversacionales Animados (ACA), y que se podrá utilizar en el desarrollo de asistentes virtuales en aplicaciones ludo-educativas (Serious Games).

Objetivos específicos

Para lograr el objetivo principal, se deben alcanzar los siguientes cinco objetivos específicos:

1. Análisis de las arquitecturas de agentes conversacionales animados para proponer una estructura en la cual se desarrollará el modelo de selección de frases.
2. Analizar y seleccionar el corpus de los actos de habla correspondientes.

3. Desarrollar modelo de caracterización de corpus de expresiones que permita seleccionar la intención y objetivos esperados del diálogo.
4. Desarrollar modelo de métodos de sobre-clasificación que permita seleccionar la frase adecuada en el diálogo a partir del corpus, intención y objetivos identificados.
5. Validar e integrar modelos definidos para la construcción del diálogo en un asistente virtual.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existen varios métodos para la selección del diálogo de un agente, sin embargo, éstos contienen diversas limitaciones para que el agente interactúe con el usuario de forma similar al comportamiento humano, dando lugar a la necesidad de mejorar e innovar la forma de selección que facilite su funcionamiento, teniendo más precisión en el resultado y rapidez en la obtención de una respuesta.

Hoy en día podemos encontrar muchos modelos matemáticos empleados para diversas funciones, algunos de ellos sirven para la comunicación o incluso para sostener un diálogo de un agente virtual. La investigación de operaciones da soporte a muchos de estos modelos matemáticos, principalmente en optimización de procesos. Este trabajo busca explorar el aplicar programación matemática en la selección de frases en un diálogo entre un ACA y otros agentes.

Para poder encontrar modelos de programación matemática aplicables a la selección de frases en un diálogo, se buscará dentro del área de apoyo a la toma de decisiones. Principalmente, se estudiará la aplicación de modelos de programación lineal entera diseñados a partir de los métodos de sobre-clasificación, los cuáles han demostrado ser éxitos en tareas de selección, ordenamiento, y clasificación que se asocian con el problema a resolver.

Con esto se pretende innovar el método de selección y compararlo con los métodos ya existentes para

resaltar las mejoras que se podrían obtener así como solución a inconvenientes que otros modelos aplicados a agentes virtuales han tenido.

1.4. ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Esta tesis inicia con una breve explicación de los temas principales a abordar para solución del problema como son la arquitectura de un agente, los actos de habla y la toma de decisiones. Después continúa con un fundamento teórico que define las herramientas a utilizar desde las arquitecturas existentes, los tipo de actos de habla para caracterizar una frase y los métodos de sobre-clasificación, en especial el método ELECTRE. Se describe el estado del arte en donde se citan algunos proyectos que preseden esta investigación o la complementan para su desarrollo. Posteriormente se describe el desarrollo de varias propuestas de solución, que trabajando en conjunto sirven para conseguir los objetivos. Se lleva a cabo varios casos de experimentación para finalmente realizar una análisis de los resultados y obtener conclusiones.

Fundamento teórico

En ésta sección se profundiza en los temas necesarios que se relacionan con el proyecto de investigación. De inicio se aborda el tema de agentes virtuales y su clasificación de arquitectura y personalidad que dan paso a las expresiones que emitirán a través de actos de habla en donde se generará una base de datos con frases que se tomarán como posibles respuestas y para la selección de estas frases haremos uso de estrategias del área de toma de decisiones, particularmente de los métodos de sobre-clasificación que nos llevarán a optimizar el resultado.

Más allá de que el hombre ha intentado comprender y manipular las maravillas de este mundo también intenta construir entidades similares a él que de igual forma sean capaces de comprender y manipular su entorno. La inteligencia artificial, es una de las ciencias más recientes que el hombre ha incursionado, surge después de la Segunda Guerra Mundial y abarca una gran cantidad de sub-campos ya que sintetiza y automatiza las tareas intelectuales. Existen cuatro enfoques principales que definen a la Inteligencia Artificial: sistemas que piensan como humano, sistemas que piensan racionalmente, sistemas que actúan

como humano y sistemas que actúan racionalmente [3].

Pensar como un humano, es aplicar el enfoque del modelo cognitivo, es decir, análisis de los procesos de la mente. “La auténtica ciencia cognitiva se fundamenta necesariamente en la investigación experimental en humanos y animales, en esta obra se asume que el lector sólo tiene acceso a un computador para experimentar”. El pensamiento racional a su vez, aplica el enfoque de las leyes del pensamiento, o sea, principios lógicos. Estudiosos de la lógica desarrollaron en el siglo XIX, una notación precisa para definir sentencias sobre todo tipo de elementos del mundo y especificar relaciones entre ellos. La llamada tradición logista dentro del campo de la inteligencia artificial, trata de construir sistemas inteligentes a través de programas [3].

2.1. ARQUITECTURAS DE AGENTE

Un agente es algo que razona. Un agente racional es aquel que actúa con la intención de alcanzar el mejor resultado o, cuando hay incertidumbre, el mejor resultado esperado. Un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores como se muestra en la Figura 2.1. Un agente humano tiene ojos, oídos y otros órganos sensoriales además de manos, piernas, boca y otras partes del cuerpo para actuar. Un agente robot recibe pulsaciones del teclado, archivos de información y paquetes vía red a modo de entradas sensoriales y actúa sobre el medio con mensajes en el monitor, escribiendo ficheros y enviando paquetes por la red [3].

El entorno de trabajo está compuesto por las medidas de rendimiento, el entorno, y actuadores y sensores del agente, para cuya denominación se utiliza el acrónimo REAS (Rendimiento, Entorno, Actuadores, Sensores). En el diseño de un agente, el primer paso debe ser siempre especificar el entorno de trabajo de la forma más completa posible [3].

Un agente Inteligente puede ser físico, como lo es un robot, o virtual, como un programa de computadora

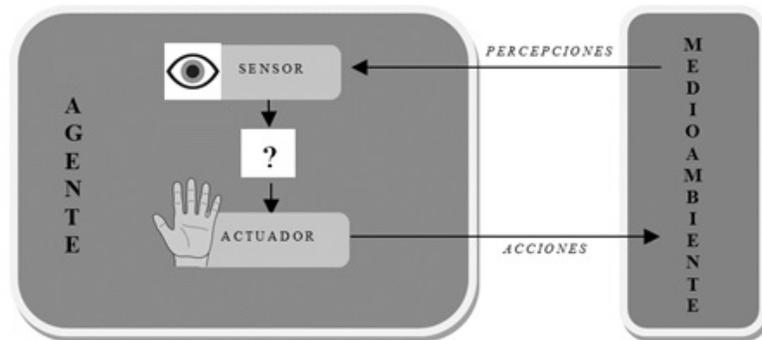


Figura 2.1: Interacción del agente con el medioambiente

con el que se puede interactuar. Para éste estudio se investigarán exclusivamente los agentes virtuales inteligentes.

La principal diferencia entre estos agentes (denominados agentes software) radica en su especialización, están especialmente diseñados para realizar un tipo de tarea. Hay diferentes agentes de acuerdo con la noción del agente, estos puede ser de noción débil o fuerte. La noción débil se caracterizan por su proactividad, autonomía, aprendizaje o cooperativismo y la noción fuerte de un agente agrega características humanas a su definición como conocimiento, creencias, intenciones y obligaciones [4]. Los tipos de agentes más conocidos son los agentes móviles, de internet y de interfaz, estos últimos son los más pertinentes de acuerdo a las características requeridas. [5]:

Los agentes de interfaz, también denominados asistentes personales o agentes de usuario, tienen como objetivo simplificar las tareas rutinarias que realiza un usuario. Pueden, por ejemplo, aprender a filtrar el correo electrónico fijándose en el comportamiento habitual del usuario; planificar encuentros, negociando con los asistentes personales de los otros miembros del encuentro; o detectar que una noticia puede ser relevante para un usuario y comunicárselo.[2] Para el modelo de agente a diseñar, se necesita un agente de interfaz ya que servirá de guía para el usuario en el proceso de aprendizaje y entrenamiento.

Un agentes virtual conversacional es una interfaz gráfica capaz de realizar tareas como un asistente o

incluso mantener una conversación con un usuario. Los Agentes Virtuales Personificados (Embodied Conversational Agents) son personajes virtuales que tienen su participación en interfaces de computadoras, variando su apariencia desde seres imaginarios, animales o humanoides, cuyas representaciones pueden ser en gráficos 2D o 3D [6]

Según Russell y Norvig [3], el trabajo interno de los agentes también está descrito por la estructura, y no solo la conducta. A este trabajo interno se le conoce como la Arquitectura del Agente.

$$\text{Agente} = \text{Arquitectura} + \text{Programa}$$

La arquitectura hace que las percepciones de los sensores estén disponibles para el programa, ejecuta los programas, y se encarga de que los actuadores pongan en marcha las acciones generadas. Si el programa tiene que recomendar acciones como caminar, la arquitectura tiene que tener piernas.

Los programas de los agentes reciben las percepciones actuales como entradas de los sensores y devuelven una acción a los actuadores. Según Russell y Norvig [3], existen cuatro tipos básicos de programas para agentes que encarnan los principios que subyacen en casi todos los sistemas inteligentes:

- 1) Un agente reactivo simple, almacena asociaciones entrada/salida frecuentes en forma de reglas condición-acción.
- 2) Un agente reactivo basado en modelos, mantiene la información que necesita para distinguir entre estados diferentes del mundo.
- 3) Un agente basado en objetivos, utiliza una descripción de las metas a alcanzar que le sirven para escoger entre las distintas acciones posibles.
- 4) Un agente basado en la utilidad, utiliza un criterio para estimar el grado de satisfacción para el

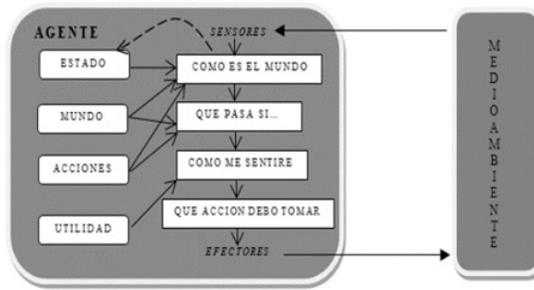


Figura 2.2: Estructura de un agente basado en utilidad.

agente que le sirve para escoger entre distintas acciones válidas. Cada agente es más preciso que el anterior, haciendo del agente basado en utilidad como se muestra en la Figura 2.2 , el programa más parecido al pensamiento humano.

Las arquitecturas de agentes también se pueden dividir en verticales y horizontales como se muestra en la Figura 2.3, según todas las capas tengan acceso a sensores y actuadores (horizontales) o sólo la capa más baja tenga acceso a sensores y actuadores (verticales). Las horizontales ofrecerán la ventaja del paralelismo entre capas a costa de un alto conocimiento de control para coordinar las capas, mientras que las verticales reducen este control a costa de una mayor complejidad en la capa que interactúa con los sensores [1].

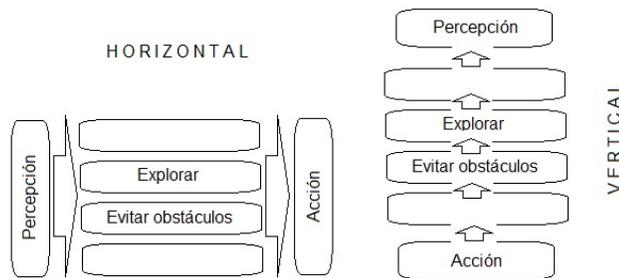


Figura 2.3: Arquitectura Horizontal y Vertical.

Las arquitecturas de agente se pueden clasificar en arquitecturas Deliberativas y las arquitecturas Reactivas. Las arquitecturas deliberativas, como se muestra en la Figura 2.4, siguen la corriente de la IA simbólica, que se basa en la hipótesis de los sistemas de símbolos-físicos, según la cual un sistema de símbolos físicos capaz de manipular estructuras simbólicas puede exhibir una conducta inteligente. Para poder trabajar en este nivel de conocimiento, el problema será cómo describir los objetivos y

medios de satisfacerlos, y cómo realizar la traducción del nivel de conocimiento al nivel simbólico [1].

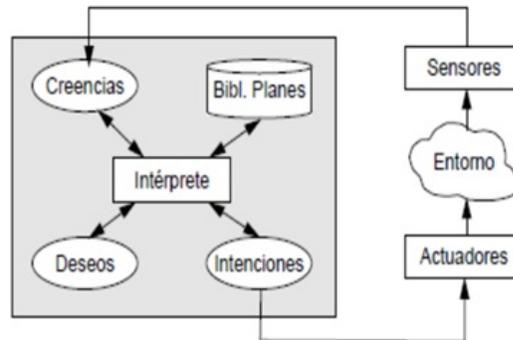


Figura 2.4: *Arquitectura Deliberativa por Carlos Iglesias [1].*

Las arquitecturas reactivas cuestionan la viabilidad del paradigma simbólico y proponen una arquitectura que actúa siguiendo un enfoque conductista, con un modelo estímulo-respuesta. Las arquitecturas reactivas no tienen un modelo del mundo simbólico como elemento central de razonamiento y no utilizan razonamiento simbólico complejo, sino que siguen un procesamiento ascendente (bottomup), para lo cual mantienen una serie de patrones que se activan bajo ciertas condiciones de los sensores y tienen un efecto directo en los actuadores. Esta discusión entre mantener una representación explícita del modelo o no, no es una discusión específica del campo de agente sino de la inteligencia artificial en general, de hecho las primeras arquitecturas de agentes reactivos se basan en los planificadores reactivos [1].

La arquitectura de un agente puede ser un indicador inicial de cómo podría responder en un diálogo, pero es a través de su modelo de comportamiento cómo se define con precisión. Cuando una respuesta que expresa un agente proviene de una mera reacción a un estímulo, el agente se denomina reactivo, sin embargo, cuando la respuesta proviene de un proceso cognitivo, el agente es deliberativo [7]. En cualquier caso, los agentes deliberativos pueden emular el carácter de los individuos con mayor facilidad que los agentes reactivos porque su capacidad de aprender y por ende ofrecer agentes conversacionales más creíbles, además los agentes deliberativos pueden ser más fáciles de implementar que los híbridos. Las arquitecturas de agentes conversacionales suelen seguir la corriente de la IA simbólica.

Un agente conversacional también puede clasificarse en orientados a tareas y los conocidos chatbots.

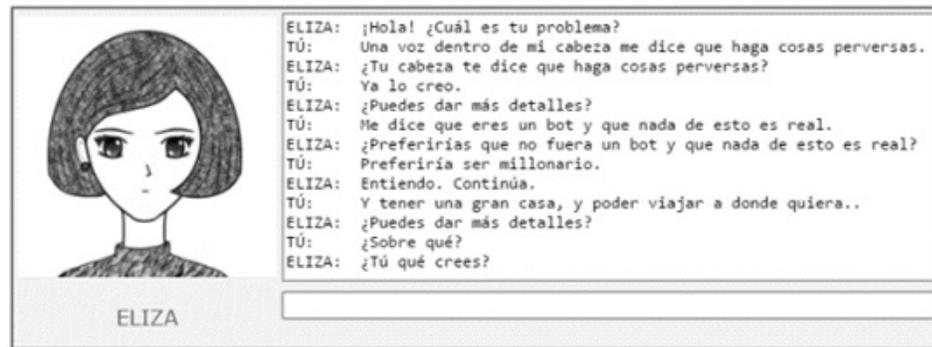


Figura 2.5: *ELIZA*, primer chatbot creado por Joseph Weizenbaum [2].

Los agentes orientados a tareas están diseñados para una tarea en particular y configurados para tener conversaciones cortas, obtienen información del usuario para ayudar a completar una tarea como es la búsqueda de un restaurante, la disponibilidad en transportes o ayudar a hacer llamadas telefónicas. Por otro lado, como se muestra en la Figura 2.5, los chatbots, son sistemas diseñados para conversaciones extendidas, configurados para imitar la conversación no estructurada, características de la interacción entre personas.

Los chatbots a su vez se pueden clasificar en dos tipos de arquitecturas, las basadas en reglas y las basadas en corpus. *ELIZA* es el primer chatbot creado y el más importante de la historia, su sistema es basado en reglas, que son reglas manuales elaboradas por su creador. *ELIZA* es un chatbot diseñado para simular a un psicólogo, su método es responder al usuario utilizando declaraciones de él mismo [2].

Los chatbots basados en corpus, obtienen sus conversaciones de plataformas de chats, películas o de corpus de textos. Se centran en generar una respuesta única turno apropiado dado el enunciado inmediatamente anterior del usuario. Por esta razón, a menudo se les llama sistemas de generación de respuesta.

Como se muestra en la Figura 2.6, hay dos arquitecturas comunes para chatbots basados en corpus: recuperación de información y transducción de secuencias aprendidas por máquina.

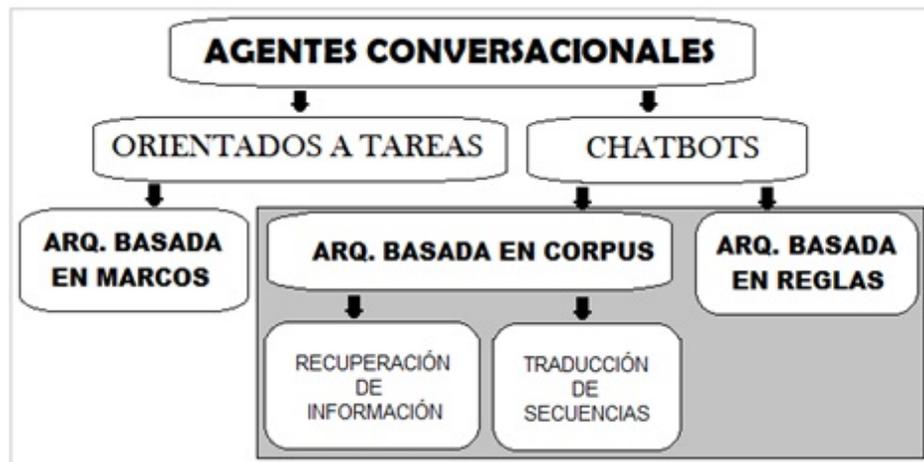


Figura 2.6: Tipos de arquitecturas de los agentes conversacionales.

De acuerdo a Jurafsky [8], el principio detrás de la recuperación de información (IR), es responder a las preguntas que el usuario gira, repitiendo algún giro apropiado de un corpus de texto natural (humano). Las diferencias entre estos sistemas radican en cómo eligen el corpus y cómo decida qué cuenta como un giro humano apropiado para copiar. Los sistemas basados en IR simplemente copian la respuesta de un humano de una conversación previa.

Dado el corpus y la oración del usuario, los sistemas basados en IR pueden usar cualquier recuperación de algoritmo para elegir una respuesta adecuada del corpus. Los dos más simples son: devolver la respuesta al giro más similar y devolver el giro más similar. En la primera se debe buscar un turno que se parezca más al turno del usuario y regresar la respuesta humana a ese giro. En la segunda se debe hacer coincidir directamente la consulta de los usuarios con los giros.

Como parte importante de un agente virtual conversacional, se encuentra la personalidad que se define como la integración dinámica de la constitución, el temperamento y el carácter [9]. la personalidad puede definir el carácter del agente o usar relaciones difusas de rango superior como modelo cognitivo para la selección de frases [10]. La personalidad influencia la actitud y comportamiento. La actitud se define por dos aspectos inseparables, el afectivo y el aspecto cognitivo, que se manifiesta en la acción de un individuo. De esta manera, actitud se define como el grado del efecto positivo o negativo asociado sistemáticamente con la respuesta de una persona a una clase bien definida de objetos psicológicos.

El comportamiento de un individuo puede explicarse fácilmente a través de su personalidad [11], y las relaciones difusas de rango superior pueden expresar fácilmente preferencias [12], [13], [14]. La combinación de estos aspectos en una arquitectura de agente puede mejorar la calidad de las respuestas en un agente conversacional para acercarse al comportamiento humano. En el proceso, para seleccionar una frase, es necesario utilizar el modelo de personalidad en el módulo de comportamiento [15] y traducirlo a umbrales. Luego, utilice el modelo deliberativo en el mismo módulo y caracterice los actos de habla de un corpus de fases, a través de criterios compuestos principalmente por creencias, deseos e intenciones [16].

Hay dos grandes teorías de la personalidad sobre el comportamiento humano: the Five-Factor Model of personality (FFM) [17] y Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) (The-Myers-Briggs-Foundation, 2017) [9].

Este tipo de teorías son utilizadas para el modelado de agentes socio-emocionales, siendo el indicador de tipo de personalidad Myers-Briggs el más utilizado por tener una mayor variedad de categorías y hacer más exacta su clasificación (The-Myers-Briggs-Foundation, 2017). Los Indicador de tipo de personalidad Myers-Briggs se basa en las teorías de la personalidad del psicólogo suizo Carl Jung, el modelo fue desarrollado por Myers y Briggs, que querían dar acceso a sus ideas a la mayor cantidad de gente posible.

Los tipos de personalidad del inventario tipológico de Myers-Briggs o MBTI por sus siglas en inglés, clasifica 16 tipos en base a las preferencias naturales, es uno de los pocos modelos de personalidad que describe diferencias de forma positiva y se pueden seccionar según sus dimensiones de personalidad en idealistas o conceptualizadores, experimentadores o tradicionalistas [9]. En la Figura 2.7, se muestran estas 16 personalidades seccionadas según sus características.

El modelo de tipos de personalidad describe cuatro aspectos básicos de la personalidad humana llamados dimensiones, porque cada uno puede ser visto como un continuo entre extremos opuestos:

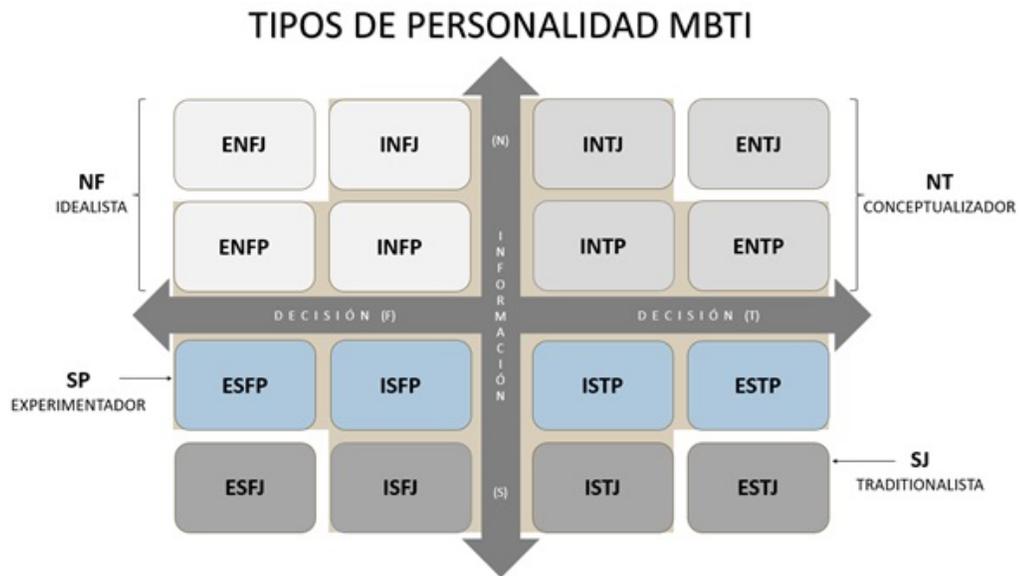


Figura 2.7: Tipos de personalidad Myers-Briggs.

1. Cómo las personas interactúan con el mundo y a donde dirigen su energía: Extrovertido (E) o Introverso (I).
2. El tipo de información que naturalmente notan y recuerdan: Sensitivo (S) o Intuitivo (N).
3. Cómo toman decisiones: Racional (T) o Sentimental (F).
4. Si prefieren vivir en forma estructurada o espontánea: Planificador (J) o Espontáneo (P).

Cada tipo de personalidad está compuesto por algún extremo de las cuatro dimensiones de personalidad, lo que caracteriza a las 16 personalidades. La arquitectura de agente que se propondrá, tiene como objetivo utilizar la personalidad como parte del modelo de comportamiento y traducirla en umbrales y características para impulsar su proceso de selección de frases, es decir, la arquitectura debe caracterizar los actos de habla a través de criterios basados en creencias, deseos e intenciones, para que sea posible una comunicación eficaz [6].

2.2. ACTOS DE HABLA

El primero en plantear una teoría de los actos de habla fue J. L. Austin en 1962 [18], estableciendo que, al decir una cosa también se hacía otra además del simple hecho de decirlo, como pedir o prometer, entre otras. Más tarde Searle en 1975 [19], profundizó en la materia perfeccionando la teoría de Austin sobre los actos de habla, e hizo una extensión del análisis de ésta. Así otros autores a la fecha han seguido analizando estas teorías [20].

Austin identificó que se realizaban tres actos diferentes al momento de emitir una oración:

1. Acto locutivo: el acto de emitir una oración con determinado sentido o referencia.
2. Acto ilocutivo: la fuerza comunicativa que acompaña a la oración, como pedir, preguntar y prometer, entre otras.
3. Acto perlocutivo: el efecto en el receptor, ya sea sobre sus sentimientos, pensamientos o acciones.

También, los actos de habla se pueden dividir en dos tipos:

1. Actos directos: son aquellos enunciados en los que el aspecto locutivo e ilocutivo coinciden, es decir, se expresa directamente la intención.
2. Actos indirectos: son aquellas frases en las que el aspecto locutivo e ilocutivo no coinciden, por lo tanto la finalidad de la oración es distinta a lo que se expresa directamente.

De la siguiente manera se describe la clasificación propuesta por Searle, de los actos ilocutivos [20]:

- 1) Actos de aseveración: la intención del orador es expresarle al receptor cómo son las cosas, la dirección de correspondencia es de las palabras al mundo; la condición de sinceridad, es decir, la que

expresa el estado psicológico del hablante al llevar a cabo el acto de habla, es creer que la proposición es verdadera. Ejemplos:

- “Canadá es un país de América del Norte”
- “Empezó a temblar en medio de la ceremonia de graduación”
- “Los triángulos equiláteros son necesariamente acutángulos.”
- “Este fin de semana nos vamos a Viña.”

2) Actos de dirección: la intención del orador es hacer que el receptor haga algo. La dirección de correspondencia es del mundo a las palabras; la condición de sinceridad es el deseo. Ejemplos:

- “¡Pásame la llave inglesa!”
- “¿Trajiste el libro que te pedí?”
- “¡Siéntese derecho, por favor, señor Muñoz!”
- “¡No estaría nada mal un cafecito ahora!”
- “¡No olviden leer las instrucciones!”

3) Actos de comisión: la intención del orador es comprometerse a realizar un acto futuro. La dirección de correspondencia es del mundo a las palabras y la condición de sinceridad es la intención. Ejemplos:

- “Nos juntamos a las siete en la entrada principal.”
- “¡Mañana te pago!”

- “¡Te voy a querer siempre!”
- “Si tienes algún problema para conseguir el crédito, llámame.”
- “¡Nunca fallo un penal!”

4) Actos de expresión: la intención del orador es expresar sus sentimientos y actitudes. No existe dirección de correspondencia, ya que, al realizar un acto de este tipo, el hablante tratará que la dirección de correspondencia sea del mundo a las palabras o viceversa. Ejemplos:

- “¡Qué frío hace!”
- “¿De verdad me quieres?”
- “¡Hoy nada me sale bien!”
- “¡No entiendo por qué ella tiene 7 puntos y yo solo 4!”
- “¡Estúpido!”

5) Actos de declaración: la intención del orador es provocar un cambio en el mundo a través de sus declaraciones. La dirección de correspondencia puede ser del mundo a las palabras o al revés, no existe condición de sinceridad. Ejemplos:

- “¡Los declaro marido y mujer!”
- “En el nombre de Dios, se abre la sesión.”
- “Lo condeno a tres años y un día.”
- “¡Te bautizo Juan Alberto!”

- “En razón de su extraordinaria obra y los servicios prestados al país, le concedemos la nacionalidad chilena.”

La reflexión y teorización sobre los actos de habla permiten mejorar la calidad de la interpretación pues al conocer los tipos de actos de habla que se mencionan en la clasificación, sus características en lo que se refiere a la intención, la condición de sinceridad del hablante y la dirección de correspondencia de las palabras, el intérprete puede concentrarse fácilmente en esos elementos y así evitar cambiar la intencionalidad del discurso [20].

Posterior al análisis con los actos de habla, es necesario contar con un corpus de frases, en donde se almacenen las posibles respuestas del agente. Un corpus es un conjunto cerrado de textos o de datos destinado a la investigación científica. Dentro del corpus de frases se distinguen las palabras claves de la consulta del usuario que estén relacionadas de alguna manera con el contenido de la materia a tratar [21]. Una vez creado el corpus e identificados los criterios para caracterizar, se da valores a cada una de las frases que ayudara al modelo matemático a seleccionar una respuesta.

2.3. TOMA DE DECISIONES

El modelo matemático es uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad y así poder tomar decisiones.

La toma de decisiones es el estudio para identificar y elegir alternativas basadas en valores y preferencias de un decisor. La toma de decisiones es el proceso de reducción de la incertidumbre sobre ciertas alternativas para permitir una elección razonable entre ellas. De acuerdo a lo anterior, el proceso de la toma de decisiones está compuesto de las siguientes actividades [22]:

1. Identificación del decisor y de los interesados.
2. Definición del problema.
3. Determinar los requerimientos o Restricciones.
4. Establecer las metas.
5. Identificar alternativas.
6. Valoración de alternativas.
7. Elegir la herramienta de toma de decisiones.
8. Evaluar las alternativas frente a los criterios.
9. Validar las soluciones.

Si hay un solo criterio, la mejor alternativa será la que tenga mayor valor para ese criterio. En este caso la función objetivo es el criterio único, y las restricciones son los requerimientos de las alternativas.

Un problema de decisión puede considerarse como problema multicriterio si existen al menos dos criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución. En otras palabras, en un problema de decisión multicriterio se trata de identificar la mejor o las mejores soluciones considerando simultáneamente múltiples criterios en competencia [23].

Cuando existe más de un criterio podemos aplicar lo siguiente: si el número de criterios y alternativas son finitos, estamos en el caso de problemas de optimización multiatributo. Si el número de criterios es finito pero el de posibles alternativas es infinito, las técnicas son de optimización multicriterio (Métodos heurísticos) [22].

De acuerdo a Ruiz [24], los métodos multicriterio se pueden clasificar en:

- 1) Programación multiobjetivo: estos métodos se utilizan cuando buscamos un conjunto de soluciones eficientes en un contexto definido por múltiples objetivos a optimizar que compiten entre ellos y que deben satisfacer un conjunto determinado de restricciones. Cada objetivo debe llevar asignado un atributo. Este modelo no recoge las preferencias del decisor y las soluciones no son definidas a priori, sino que son el resultado de operaciones matemáticas. Un ejemplo de este tipo de métodos es el conocido por todos método SIMPLEX.

- 2) Programación por metas: coloca el énfasis en el logro de niveles satisfactorios para cada criterio u objetivo relevante a la decisión, ante la imposibilidad de optimizar todos los objetivos que compiten entre sí. Para ello, a cada criterio identificado como relevante a la decisión, debe asociarse un atributo cuantificable y una meta o nivel de aspiración. Un área de incertidumbre al aplicar la programación por metas es la fijación de los niveles de aspiración por parte de los participantes. Por otra parte, el método requiere que los 18 objetivos estén asociados a atributos cuantificables. De esta forma, el método se limita a problemas que puedan ser formulados en esos términos y excluye problemas que incorporan criterios que se evalúan subjetivamente.

- 3) Métodos basados en funciones de valor: Cuando se usa este tipo de metodologías se asocia una puntuación numérica o valor a cada alternativa, de forma de producir un orden de preferencia, consistente con los juicios de valor expresados por los participantes.

- 4) Métodos de sobre-clasificación: Los métodos de sobre-calificación para el ordenamiento de un conjunto de alternativas de acuerdo a más de un criterio, se basan en las relaciones de sobre-calificación que pueden existir entre cada dos alternativas del grupo más que en la evaluación individual de cada una de ellas. Una alternativa 'a' se dice que sobre-califica a otra alternativa 'b', si "a es tan buena como b" en la mayoría de los criterios y no significativamente peor en el resto de ellos. El manejo posterior de las relaciones de sobre-calificación para el ordenamiento de las alternativas, varía con el método particular utilizado.

5) Métodos basados en jerarquías y redes analíticas: Estos métodos tienen en común que utilizan una estructura jerárquica o una red para describir el problema y las interacciones entre sus elementos. Los métodos permiten la incorporación al proceso de los juicios de los grupos que puedan resultar afectados por la decisión, sobre (i) la intensidad de la importancia de un criterio sobre otro, con relación a un tercero jerárquicamente superior, en rondas de comparaciones por pares entre los criterios y (ii) el grado de cumplimiento de cada alternativa con relación a cada criterio, expresado el primero como una medida relativa sobre otra alternativa del conjunto, en comparaciones por pares entre las alternativas.

Los dos métodos principales de sobre-clasificación son:

1. ELECTRE - Algoritmo de ELimination and (Et) Choice Translates (la REalité), creado por B. Roy en 1968 [25] y uno de los más difundidos.
2. PROMETHEE - Método de organización de clasificación de preferencias para evaluaciones de enriquecimiento, creado por J.P. Brans en 1982 [26].

En particular, los métodos ELECTRE se han utilizado ampliamente para guiar los procesos de optimización y modelar las preferencias de DM [27], [28].

ELECTRE es un método científico cuya finalidad es facilitar la selección de un objeto cuando los criterios o puntos de vista que deben determinar esa selección son múltiples, no agregables y, aún llegado el caso, desprovistos de métrica. Electre es un método que permite tratar de manera simultánea varios elementos sin perder la integridad de cada uno de ellos, permite jerarquizar los cursos de acción posibles y seleccionar los que reúnen los criterios de aceptabilidad, es un método basado en la ponderación y agregación de valores otorgados a cada uno de los criterios. Para lo anterior, se desarrolla un indicador de concordancia y otro de discordancia, que serán los que finalmente aclaren si una alternativa satisface o no los criterios de aceptabilidad [13]. Para este trabajo se eligió ELECTRE III, ya que ordena alternativas, con criterios valorados de manera simple o nominal (pseudo-criterios) y pesos definidos [29]. La Figura 2.8 muestra los tipos de métodos ELECTRE y sus características.

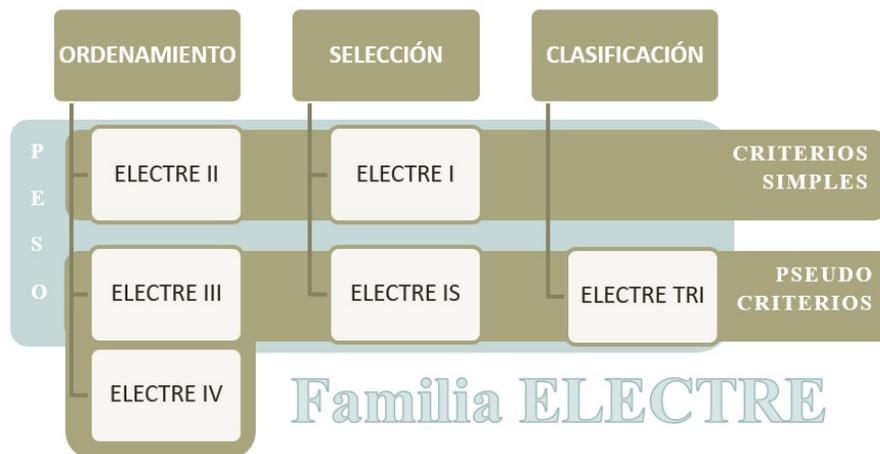


Figura 2.8: Familia ELECTRE.

Finalmente para desarrollar el nuevo agente conversacional, se requiere un algoritmo que integre los elementos de la arquitectura, las frases caracterizadas y el método de selección. Según López [30], un algoritmo consiste en aplicar adecuadamente una serie de instrucciones, pasos o procesos detallados, organizados en secuencia lógica, o lo que es lo mismo, trazar un plan que aseguran una solución correcta. Por lo general, cada algoritmo es específico de un dominio del conocimiento. La programación de computadores se apoya en este método. Un programa de computador consiste de una serie de instrucciones muy precisas y escritas en un lenguaje de programación que el computador entiende [31].

Los algoritmos se puede expresar de muchas maneras, de las más comunes son los pseudocódigos, en donde la secuencia de instrucciones se representa por medio de frases o proposiciones y los diagrama de flujo que se representa por medio de gráficos [32] [33]. Una vez diseñado el algoritmo se traduce al lenguaje de programación deseado y se obtiene un programa que arroja una solución. Para este trabajo, el programa sería el agente que daría como resultado una respuesta a las entradas del usuario.

Estado del arte

Éste estado del arte se centra en los distintos métodos existentes para la selección del diálogo de agentes virtuales animados, resaltando algunas limitaciones que estos proyectos tienen así como la generación de un referente que se puede comparar con el nuevo modelo elaborado. Para presentarlo, se divide el estado del arte en los tres temas principales del proyecto que son arquitecturas de agentes conversacionales, actos de habla y métodos de sobre-clasificación.

3.1. ARQUITECTURAS DE AGENTES CONVERSACIONALES

Un chatbot es una tecnología capaz de simular una conversación humana a través de una interfaz conversacional o agente conversacional. Un bot, en general, es una pieza de software diseñada para automatizar una tarea específica. Los chatbots funcionan bajo la misma premisa, automatizando la respuesta de un usuario por medio del intercambio de mensajes en lenguaje natural [34]. Los chatbots pueden estar basados en reglas o corpus. Los sistemas conversacionales basados en reglas requieren la definición de un conjunto de reglas que dirigen las conversaciones, generalmente reglas adjuntas a contextos o dominios específicos que pueden producir respuestas adecuadas para los usuarios con una ayuda de memoria. El primer chatbot de la historia nombrado Eliza, es el trabajo más conocido en esta área [2].

Los sistemas basados en corpus extraen grandes conjuntos de datos de conversaciones entre humanos o entre humanos y máquinas. Las dos arquitecturas comunes para los chatbots basados en corpus son la transducción de secuencia de aprendizaje automático o secuencia a secuencia (SS) y la recuperación de información (IR). Estos sistemas a menudo se denominan sistemas de generación de respuestas que se preocupan por la expresión anterior del usuario para producir una única respuesta a su vez y, por lo general, ignoran el contexto o los objetivos de conversación más amplios [35], [36], [37]. En un chatbot SS, el bot aprende de un corpus para convertir una pregunta en una respuesta. El aprendizaje consiste en definir reglas que traduzcan el giro de un usuario en una respuesta del sistema. Los sistemas IR utilizan estrategias de recuperación de información o redes neuronales para mapear las declaraciones del usuario en respuesta. Los sistemas IR intentan responder a la frase X de un usuario seleccionando el diálogo Y más satisfactorio de un corpus contextual de conversaciones humanas previamente registradas.

3.2. ACTOS DE HABLA

El proceso de caracterización puede apoyarse en funciones, estrategias o modelos que integren preferencias [14], estrategias que ofrecen alternativas para lograr el grado ideal de satisfacción de un individuo en cuestión (considerando que conoce la descripción de dicha persona en juego), y modelos de personalidad del usuario que influyen en estas preferencias [11], donde, comúnmente, los modelos más utilizados para modelar la personalidad son:

1. El Modelo de Cinco Factores (FFM), o también conocido como OCEAN (Apertura, Conciencia, Extraversión, Afabilidad) [17],
2. MBTI o Indicador de tipo Myers-Briggs [9], [38],
3. Modelo de los temperamentos de Keirsey (KTS - Clasificador de temperamento de Keirsey) [39].

Este tipo de teorías, tanto de rasgos como de personalidad, se utilizan para modelar agentes socio-emocionales. Los actos de habla toman un papel significativo en este trabajo, principalmente para caracterizar el corpus de frases [10], [40], permitirá la selección de la respuesta del agente. Existen varios métodos [41] para lograr la selección de una frase de un corpus de frases, el más común usando lingüística, pero ninguno que usa actos de habla para caracterizar el corpus como se elabora en este trabajo. Ya con un corpus caracterizado, se requiere un contexto similar caracterizado. La información necesaria en el contexto se obtiene a través de algún modelo de percepción existente, que puede tomar datos visuales [42], respiratorios [43] y sonoros [44] del entorno, principalmente del usuario. Esta información sirve para caracterizar el contexto con criterios como emoción, personalidad entre otros.

3.3. MÉTODOS DE SOBRE-CLASIFICACIÓN

De acuerdo con Jurafsky [8], los métodos más simples para manejar la selección de frases son dos: devolver la respuesta a la frase más similar y devolver la frase más similar.

La respuesta al procedimiento de frase más similar emplea el uso de índices de respuesta de frase para seleccionar del corpus de conversaciones esa frase que se contextualiza con la frase de consulta del usuario (una consulta que proporciona el contexto) [45], [46], p. e., un saludo debe devolver una frase que responda de la misma manera con un saludo. La frase más parecida selecciona del corpus de conversaciones la frase más parecida a la frase de consulta del usuario teniendo en cuenta su coincidencia directa desde un enfoque semántico, p. e., un saludo debe devolver una frase que comparta ciertas palabras con respecto al último saludo. En general, ambos métodos de selección proponen cierto grado de similitud. Sin embargo, los sistemas de IR pueden mejorar su enfoque ampliando el análisis de significado de oraciones completas a través de teorías de actos de habla para caracterizar con más detalle el contenido semántico de lo que se desea expresar con la frase.

En la Tabla 3.1 se muestra un resumen de los proyectos relacionados con la investigación, según el tema en que se encuentran. Aquí se puede comparar que técnicas se manejan actualmente, a diferencia de lo que se desea crear, y cuáles complementan este trabajo.

MATRIZ DE COMPARACIÓN						
TEMAS	AGENTE		ACTOS DE HABLA		TOMA DE DECISIONES	
ELEMENTOS	Arquitecturas para chatbots	Personalidad	Caracterización	Contexto	Métodos de selección	¿Maneja preferencias?
Jurafsky y Martin, 2018					Devolver la respuesta a la frase más similar; y devolver la frase más similar (IR)	
Jafarpour, Burges y Ritter, 2009 Leuski y Traum, 2011					Índices de respuesta de frase	
Fernández et al., 2011 Coello-Coello, 2011			Respaldado por funciones, estrategias o modelos que integran preferencias			
Morales-Rodríguez, 2007		Caracterización en base a personalidad y actos de habla, selección basada en reglas				
Weizenbaum, 1966					Sistemas basados en reglas	
Castro-Rivera, et al., 2019	Modelo de personalidad MBTI					
McAllister, 2015			Uso de lingüística			
Barrett, Weimer, y Cosmas, 2019 González, 2019 Tártaro, Prpa, y Pasquier, 2019			Captura información visual, sonora y de respiración			
Serban et al., 2017	Recuperación de información					
Carpenter, 2017	y transducción de secuencias					
Li et al., 2017	aprendidas por máquina					
Delgado-Hernández et al., 2020	BDI	MBTI	Corpus caracterizado con actos de habla	Uso de otros modelos	Métodos de sobre-clasificación	Con preferencias

Tabla 3.1: Cuadro comparativo del estado del arte.

Propuesta de solución

Para resolver la problemática de este trabajo, se realizaron siete apartados con una propuesta que complementa la solución general. Estos apartados atienden los objetivos específicos que a su vez se convierten en productos de investigación. Las siete propuestas de solución son:

1. Arquitectura del agente
2. Corpus de frases
3. Modelo de caracterización
4. Modelo de perfil de decisores
5. Modelo de selección de frase
6. Método para la generación de instancias
7. Agente virtual conversacional en Python

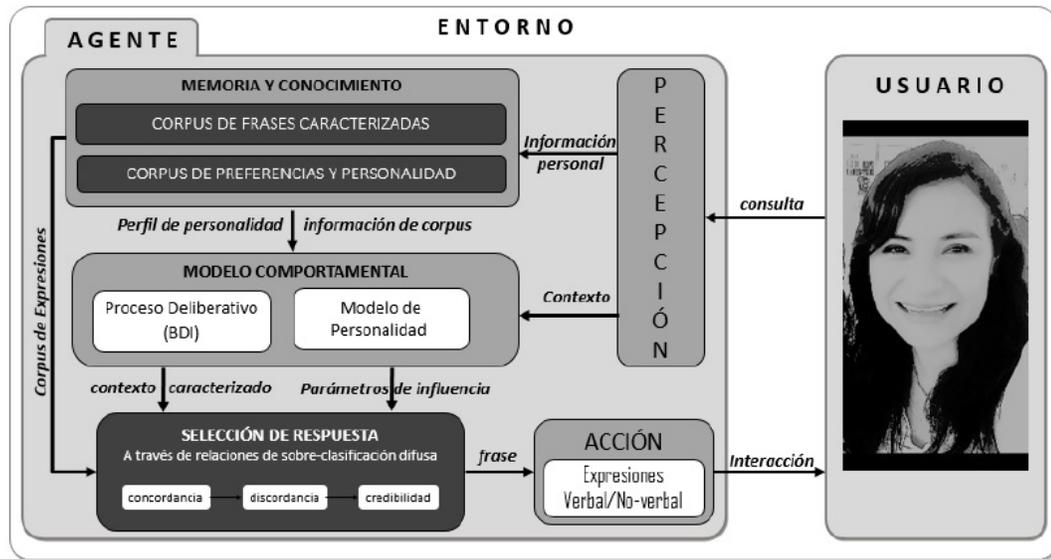


Figura 4.1: Arquitectura deliberativa propuesta con modelo de selección de frases integrado

4.1. ARQUITECTURA DEL AGENTE

Para mostrar el proceso completo de la selección de frases de un agente, se desarrolló una arquitectura basada en el modelo deliberativo, la cual está compuesta internamente por cinco módulos que son:

1. Percepción,
2. Memoria y conocimiento,
3. Modelo comportamental,
4. Selección de respuesta y
5. Acción.

Estos módulos trabajan conjuntamente para percibir la información del entorno, incluyendo al usuario, y generar una respuesta rápida que cumpla con los requerimientos de emular el comportamiento humano, utilizando un método nuevo, ver Figura 4.1.



Figura 4.2: Interacción de información entre cada módulo de Arquitectura propuesta.

En la Figura 4.2, se detalla la información de salidas de cada uno de los cinco módulos de la arquitectura anterior propuesta, que sería el resultado que generan. Así mismo se etiqueta si estas salidas son elaboradas manualmente, es decir, que requiere la intervención de autor para obtener este resultado o automáticamente, que es información que se obtiene por default.

Para este trabajo hay dos puntos que se trabajan manualmente que son las caracterizaciones tanto del corpus de frases como las frases o entradas de información que se tiene por parte del usuario y entorno a las que se nombran contexto. El motivo es que aún no se cuenta con un modelo que automatice este proceso de caracterización de frases.

A continuación se describe el funcionamiento interno de cada uno de los módulos, tanto sus entradas de información como el desarrollo interno y el producto de salida, esto para dar una mayor comprensión de este proceso de selección de frases.

4.1.1. Percepción

El agente debe percibir el estado del diálogo desarrollado por el entorno y el usuario. El estado del diálogo proporciona dos tipos de información para el agente, la información personal y el contexto. La información personal son datos asociados con la personalidad emulada por el agente. El contexto es la expectativa en respuesta percibida por el agente; Dicha expectativa se define por los valores apropiados de las características que son de interés para el agente y que podrían ayudar en el proceso de elegir la frase más adecuada que pueda usarse como respuesta al contexto. Como ya se mencionó, la información requerida para el contexto se obtiene a través de algún modelo de percepción existente, que puede tomar datos visuales [42], respiratorios [43] y sonoros [44] del entorno entre otros, principalmente del usuario, que sirve para caracterizar el contexto con criterios como la emoción, la personalidad, entre otros

4.1.2. Memoria y conocimiento

Este componente indica que un agente debe almacenar su perfil de personalidad y el corpus que utilizará para la selección de frases. Este módulo puede actualizar el perfil de personalidad y el corpus a partir de los datos personales enviados por el módulo de percepción. Además, dichos datos personales pueden hacer que un disparador en el módulo envíe un perfil de personalidad adecuado que debe usarse en el contexto real percibido. El corpus de frases se almacena con los valores particulares de las características que definen las oraciones, y se proporciona constantemente al módulo de comportamiento cuando se activa un proceso de selección (debido a la presencia de un contexto)

4.1.3. Modelo comportamental

El componente de comportamiento transformó el contexto detectado y lo transfirió junto con el corpus almacenado al componente de respuesta de selección. Dos módulos están presentes en este componente, el proceso deliberativo que se encarga de definir las creencias, intenciones y deseos, y el modelo de personalidad, que debe definir la actitud del agente. El proceso deliberativo determina el contexto caracterizado teniendo en cuenta las intenciones que el agente quiere transmitir con la respuesta, ver Tabla 9. Para este propósito, este proceso utiliza los sentidos del contexto directamente por el componente de percepción y la información sobre el perfil de personalidad que define al agente.

4.1.4. Selección de respuesta

La selección del módulo de respuesta se encarga de elegir la frase más adecuada para que el agente presente como respuesta al contexto percibido en el diálogo. Para este propósito, este modelo requiere como entrada el corpus y el contexto caracterizado de acuerdo con el perfil de personalidad del agente, el papel del agente (inferido de las creencias, intenciones y deseos) y los valores de umbral y peso para la preferencia modelo en uso. La arquitectura propone relaciones de superación difusas como la base de un modelo de preferencia, particularmente el uso del método ELECTRE III.

4.1.5. Acción

El último módulo toma como entrada la frase seleccionada en el módulo de selección e informa al usuario.

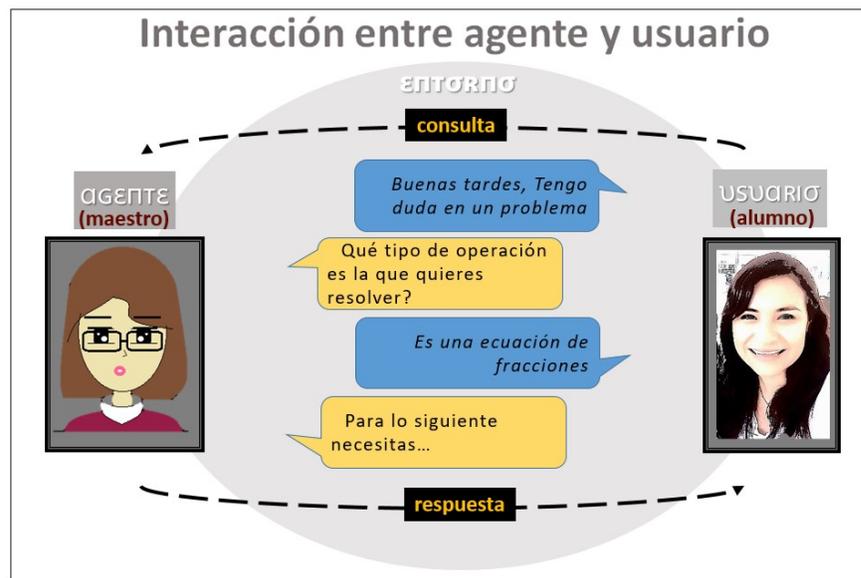


Figura 4.3: Interacción entre agente y usuario.

4.2. CORPUS DE FRASES

El corpus es la integración de una colección de frases. Para este trabajo se buscó obtener un corpus de frases nuevo, que cumpliera con la función de un instructor en un entorno educativo en donde:

- **Entorno:** Comprende el ambiente completo, todos los canales de información.
- **Usuario:** Es el alumno que realiza una consulta.
- **Agente:** Es el agente virtual que emulará el comportamiento de un maestro o instructor para generar una respuesta.

En la Figura 4.3, se muestra un ejemplo ilustrativo de la interacción sostenida entre maestro y alumno, para éste caso, la interacción entre agente y usuario.

Se utilizó una grabación generada por la aplicación ListNote, de una asesoría real entre el alumno y el maestro de matemáticas para la construcción del corpus de frases, la cual generó 435 palabras y 29

frases. Parte de la conversación se muestra a continuación (Grabación completa, ver anexo A):

Hola maestro hola buenas tardes En qué te puedo servir serio extra Buenas tardes Tengo la duda en este problema seguro andas enamorado, y pones atención e clase Jeje, no maes como cree Quiero saber qué es Qué operación es la que voy a resolver primero para poder continuar pasiones es una es una ecuación ma de fracciones con multiplicación de fracciones con raíces cuadradas okay Para empezar cuál es tu primer duda para lo siguiente necesitas ley de orden...

De esta conversación se dividieron las frases del maestro y las del alumno para generar el corpus de frases de ambos actores. Se analizaron y completaron las frases ya que por motivos de interferencias o poca recepción de la voz, algunas palabras se distorcionaron o aparecían inconclusas. Un ejemplo del diálogo dividido en frases, se muestra en la Tabla 4.1 (Tabla completa ver anexo B).

#	ACTOR	FRASES
1	Alum	Hola maestro
2	Mtro	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?
3	Alum	Buenas tardes, Tengo duda en un problema.
4	Mtro	De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.
5	Alum	Jeje, no maestro como cree.
6	Mtro	Qué tipo de operación es la que quieres a resolver?
7	Alum	Es una ecuación de fracciones con multiplicación de fracciones y raíces cuadradas.
8	Mtro	Okay, para empezar cuál es tu primer duda.
9	Alum	Donde empezar si el problema es $5(1/4)+(2/3)-9$.

Tabla 4.1: Frases extraídas de una grabación

Finalmente las frases del diálogo se dividieron en dos tablas, la primera para tener las posibles respuestas del agente, la cual conforma el corpus y la segunda para las entradas del usuario, que conforma el contexto.

4.3. MODELO DE CARACTERIZACIÓN

La caracterización consiste en determinar los atributos o criterios peculiares para alguien o algo. En éste caso, el proceso de caracterización determinará posibles criterios para cada frase del corpus, de modo que cada una se distinga de las demás. Para lograr lo anterior, se dividió el proceso de caracterización en dos partes:

- **Caracterización de atributos o criterios:** En donde se busca determinar los atributos que distinguirán cada frase.
- **Caracterización de valores:** En donde se asignarán los valores numéricos de cada atributo, también llamado elicitación de parámetros.

Se elaboró una metodología para el desarrollo del modelo de caracterización de frases, en donde las primeras dos etapas, forman parte de la caracterización de criterios y las últimas dos, conforman la caracterización de valores. A continuación se detalla cada etapa de esta metodología:

1. Análisis de actos de habla. Se analizaron los actos del habla (Bachioqui 2010), así como personalidad, emociones, características del diálogo, del agente y del usuario para identificar criterios funcionales en la caracterización de cada frase del corpus.
2. Determinación de criterios para la caracterización. Después del análisis, se identificaron y enlistaron los criterios ó índices de caracterización, que podían diferenciar una frase de otra. En la Tabla 4.2, se pueden observar los resultados del estudio que dieron un total de 71 criterios agrupados en 15 clasificaciones. (Para mayor descripción ver anexo C).
3. Identificación de valores por criterio. Se identificó un valor nominal de intensidad para cada criterio, los cuales fueron: alto, medio, bajo y cero, según corresponda a cada frase.

4. Conversión de valores nominales a valores numéricos. Posteriormente para convertir variables nominales a variables ordinales, se asignó un valor numérico a cada variable nominal dependiendo su grado de intensidad, este valor fue proporcional para cada nivel: Para la intensidad alta se dió el valor de 1, para la intensidad media se dió el valor de 0.66, para la intensidad baja el valor de 0.33 y para la intensidad cero, por lógica, el valor de 0. Con esta última etapa fue posible realizar la caracterización de cada frase.

#	CLASIFICACIÓN (GRUPO DE CRITERIOS)	CRITERIOS ESPECÍFICOS	TOTAL DE CRITERIOS
1	Acto Ilocutivo (objetivos)	Interactuar, Guiar, Fomentar, Corregir, Realimentar	5
2	Acto Perlocutivo (intenciones)	Saludar, Informar, Ordenar, Tranquilizar, Culpar	5
3	Tipo de acto de habla	Directo, Indirecto	2
4	Tipo de ilocutivo	Directivo, Asertivo, Compromisorio, Expresivo, Declarativo	5
5	Fase	Apertura, Confrontación, Argumentación, Clausura	4
6	Fuerza ilocutiva	Afirmación, Declaración, Explicación, Informe, Promesa, Juramento, Ofrecimiento, Amenaza, Sugerencia, Petición, Pregunta, Orden, Mandato, Bautizar, Inaugurar, Nombrar, Despedir, Disculpar, Queja, Expresión de sentimiento, Actitud hacia algo	21
7	Creencias	Descriptivas, Morales	2
8	Metas	Dominio, Desempeño, Evitación	3
9	Idioma	Español, Ingles	2
10	Tipo de diálogo	Estructurado, Cotidiano, Agresivo	3
11	Personalidad	Analista, Diplomático, Centinela, Explorador	4
12	Emociones	Alegría, Enojo, Tristeza, Miedo	4
13	Tema	Aritmética, Álgebra, Trigonometría, Geometría	4
14	Contexto	Educativo, Histórico, Cultural, Social	4
15	Actor	Alumno, Maestro, Profesionista	3

Tabla 4.2: Criterios por grupo para la caracterización de frases.

Una vez que se ha llevado a cabo la metodología para desarrollar el modelo de caracterización, se debe

asignar un valor a cada criterio de los 71 que identificarán a cada frase del corpus. Esta asignación se realizará de forma manual a través de un decisor. Por ejemplo, si se tiene la frase “Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?”, se sabe que para el primer criterio, que es el acto ilocutivo de interactuar, posee una intensidad alta, por lo que se determina que tiene un valor de 1 para la interacción. Así como este ejemplo, que dió valor al primer criterio, se darán valores a los 71 criterios para cada una de las frases del corpus que tendrá disponible el agente para seleccionar una respuesta.

La finalidad de caracterizar las frases, es comparar los valores de la frase entrante del usuario (contexto), con los valores de cada una de las frases del agente (corpus), lo que permitirá la selección de la mejor respuesta, osea la que tenga valores similares. La tabla 4.3 muestra un ejemplo de la caracterización de algunas de las frases del corpus, indicando el valor de intensidad de solo cinco criterios de los 71 totales que conforman el modelo de caracterización. (Tabla completa ver Anexo D).

ATRIBUTOS		Acto Ilocutivo Interactuar	Acto Ilocutivo Realimentar	Acto Ilocutivo Guiar	Acto Ilocutivo Fomentar	Acto Ilocutivo Corregir
FRASES		C1	C2	C3	C4	C5
1	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	1	0.66	0.33	0	0
2	De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.	0	0	0	0	0
3	Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	0.66	0.66	1	0	0
4	Okay Para empezar cuál es tu primer duda	0.66	0.33	1	0	0
5	Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?	0.66	1	1	0.33	0

Tabla 4.3: Ejemplo de caracterización.

En el ejemplo anterior, se puede observar que la primera frase: Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?, es una frase que intenta aperturar un diálogo, por lo que, para el primer criterio que es: Acto ilocutivo interactuar, se asigna el valor más alto de la intensidad que es: 1, ya que esta frase busca la

interacción en su totalidad. Así sucesivamente se aplican valores a cada uno de los 71 criterios de cada frase del corpus.

Por ahora la caracterización es manual, pero también se podría automatizar de tal forma que pueda ser caracterizada cualquier frase que entre al corpus ó caracterizar las frases entrantes del usuario, las cuales tendrían una caracterización distinta que la del contexto para poder llevar a cabo la conversación exitosa. Para lograr lo anterior, se debe realizar un trabajo secundario, analizando las características de cada criterio, por lo que se mantendrá en trabajos futuros.

4.4. MODELO DE PERFIL DE DECISORES

Los parámetros de la selección de frases, serán asignados representando a un decisor. El decisor en este caso sería el mismo maestro que realizó la asesoría en el diálogo real. Los tipos de personalidad del Indicador de Myers-Briggs, han sido de utilidad para identificar la personalidad del maestro. Según Paul Tieger, este tiene un perfil INTP (introvert, intuitive, thinker and perceiver), que es el perfil de un profesor universitario [9], [38]. El maestro que protagonizó el diálogo podría influir en el tipo de corpus así como en la caracterización de las frases y principalmente en la selección de frases a través de los valores de los parámetros, sin embargo se debe realizar un análisis para cumplir con el propósito de emular el comportamiento de un maestro y definir el tipo de decisor. En la Figura 4.4, se muestran los tipos de personalidad MBTI y su clasificación, resaltando la profesión del profesor de universidad que se encuentra en el grupo NT [38].

Para determinar los tipos de decisores, se utilizó la gráfica anterior de los tipos de personalidad y se calculó un valor de tolerancia para cada uno, tomando la tolerancia como principal característica para un decisor ya que es la cualidad de aceptación. Primeramente se analizaron las características de cada una de las dimensiones de los tipos de personalidad MBTI y posteriormente se designó total tolerancia o cero tolerancia, que define la cualidad de aceptación. La tolerancia se relaciona directamente con la

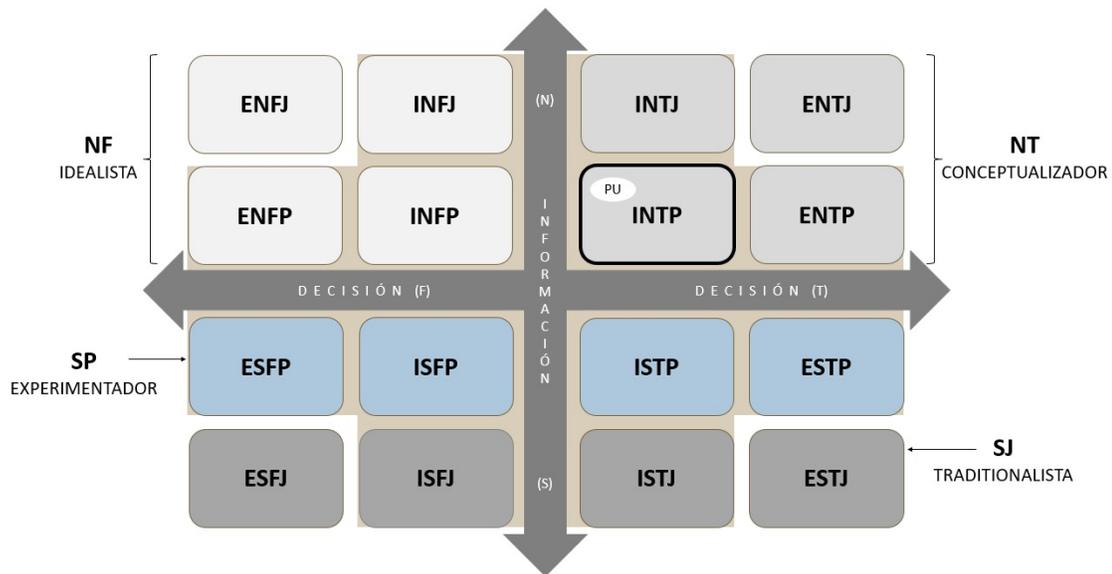


Figura 4.4: Diagrama MBTI indicando el grupo de profesores.

toma de decisiones, para un decisor estricto que no admite excepciones, es decir, su aceptación a un cambio es nula, por lo que sería cero tolerante, y para un decisor flexible que se adapta fácilmente a los cambios, sería totalmente tolerante. A continuación se presentan las características de las 4 dimensiones que definen los tipos de personalidad, así como sus extremos opuestos, su descripción y la tolerancia de cada uno.

1.- Cómo interactuar con del mundo y a donde dirigir la **energía**.

Introvertido: Centra la atención hacia adentro, considera las cosas completamente antes de responder, disfruta de tareas que requieren concentración, trabaja mejor en un proyecto a la vez, trabajar a un ritmo cuidadoso y constante. La característica principal del introvertido es la de trabajar solo y un trabajo a la vez, lo que lo convierte en cero tolerante.

Extrovertido: Centra la atención hacia afuera, disfruta de una variedad de tareas, buscar y necesita a otras personas, trabaja a un ritmo rápido, necesitan hablar sobre sus ideas para pensarlas. La característica principal del extrovertido es la adaptación al trabajo con otras personas, y a varios trabajos al a vez,

lo que lo convierte en muy tolerante.

2.- Tipo de **información** a recibir y recordar.

Sensorial: Centrarse en "lo que es", me gusta trabajar con cosas reales, aplicar la experiencia pasada para resolver problemas, necesita instrucciones específicas y realistas. La característica principal del sensorial es trabajar con realidad y experiencia, lo que lo convierte en cero tolerante.

Intuitivo: Centrarse en "lo que podría ser", disfrutar de la teoría y la especulación, me gusta trabajar con posibilidades e implicaciones, necesitan usar su imaginación. La característica principal del intuitivo es la adaptación a posibilidades y nuevas ideas, lo que lo convierte en muy tolerante.

3.- Como tomar **decisiones**.

Racional: Disfruta analizando problemas lógicamente, tomar decisiones justas y objetivas, necesita sopesar los pros y los contras para tomar decisiones, pueden ser negociadores duros. La característica principal del racional es trabajar de forma lógica, objetiva y analítica, lo que lo convierte en cero tolerante.

Emocional: Necesita trabajo para ser personalmente significativo, como ayudar a otros y ser apreciado, necesitan decisiones para ser congruentes con sus valores, necesidad de trabajar en un ambiente amigable, se sienten impulsados a comprender a los demás y contribuir. La característica principal del emocional es la adaptación a trabajar con valores y apoyar a los demás, lo que lo convierte en muy tolerante.

4.- Preferencia de forma de **vida**.

Planificador: Disfruta del trabajo que les permite tomar decisiones, prefiere un patrón y entorno de

trabajo predecible, trabaja para completar sus responsabilidades antes de relajarse, les gusta mantener el control de sus proyectos. La característica principal del planificador es trabajar con patrones establecidos, control y responsabilidad, lo que lo convierte en cero tolerante.

Espontaneo: Disfruta de situaciones de trabajo, flexibles y cambiantes, me gusta poder responder a los problemas a medida que surgen, están más satisfechos con menos reglas y procedimientos, necesitan divertirse en su trabajo. La característica principal del espontaneo es la adaptación a cambios y problemas que surgen, lo que lo convierte en muy tolerante.

En la Tabla 4.4 se muestra un resumen de la tolerancia para cada uno de los extremos opuesto de las dimensiones de personalidad. Al ser opuestos los extremos, se representa con 1 la tolerancia total y se representa con 0 la cero tolerancia.

Dimensiones de personalidad	Extremos opuestos	Tolerancia	Valor
Energía	Introverso (I)	cero	0
	Extroverso (E)	total	1
Información	Sensorial (S)	cero	0
	Intuitivo (N)	total	1
Decisiones	Racional (T)	cero	0
	Emocional (F)	total	1
vida	Planificador (J)	cero	0
	Espontaneo (P)	total	1

Tabla 4.4: Valor de la toleración para las dimensiones de personalidad.

Con la tabla anterior se puede calcular el valor de tolerancia para cada tipo de personalidad, por ejemplo el tipo de personalidad **ENFJ** se compone de la siguiente forma: (**E** = 1), (**N** = 1), (**F** = 1) y (**J** = 0). Lo que resulta en una tolerancia de $= 1 + 1 + 1 + 0 = 3$, osea ENFJ tiene un valor de 3 de tolerancia. En la Figura 4.5 podemos observar todos los tipos de personalidad clasificados según su valor de tolerancia en un rango de 0 a 4, siendo 0 el menos tolerante y 4 el que posee más tolerancia. El profesor de universidad está situado en el grupo con tolerancia media.

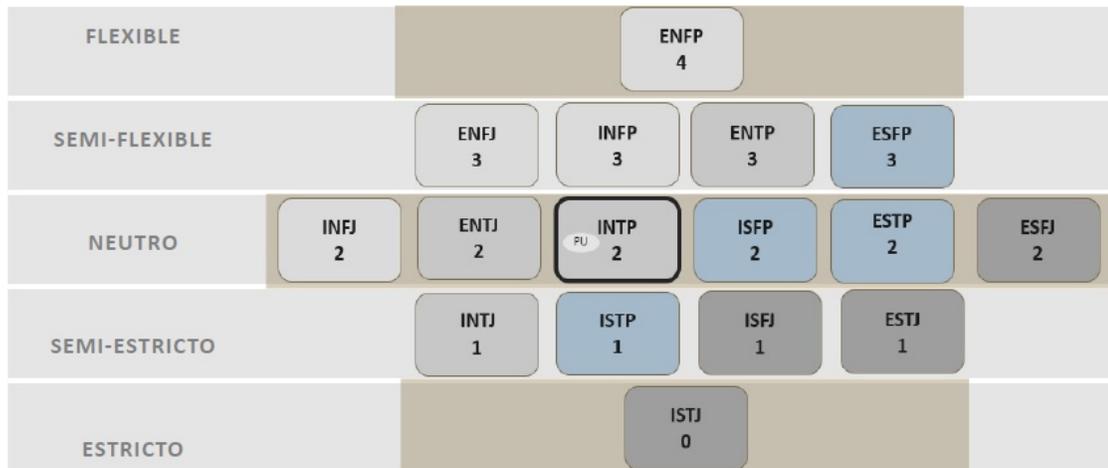


Figura 4.5: Tipos de personalidad según su tolerancia.

A continuación se resumen los grupos de decisores que se formaron según su nivel de tolerancia:

1. **Flexible** (Tolerancia = 4) Personalidad con total tolerancia.
2. **Semiflexible** (Tolerancia = 3) Personalidad con mucha tolerancia.
3. **Neutro** (Tolerancia = 2) Personalidad neutral.
4. **Semiestricto** (Tolerancia = 1) Personalidad con poca tolerancia.
5. **Estricto** (Tolerancia = 0) Personalidad con cero tolerancia.

El decisor neutro tiene una tolerancia de 2, que sería el punto medio existente entre el estricto y el flexible y es el más común en los tipos de personalidad. Se puede decir que el decisor a utilizar es de tipo neutro ya que el maestro del diálogo es un profesor de universidad y se encuentra en ese grupo.

El modelo de personalidad utiliza el perfil de personalidad para transformar los valores de los parámetros de las relaciones de superación difusa. Aquí se definen los umbrales a utilizar como parámetros de la selección de respuesta. A continuación se presenta cada parámetro con su definición breve:

- **Peso:** Importancia relativa.
- **Indiferencia:** Variación que no impacta.

- **Preferencia:** Tolerancia aceptable.
- **Veto:** Rechazo total.

Para obtener el valor de los umbrales se tomó como referencia el tipo de decisor neutro de la sección anterior, ya que representa a un profesor de universidad. Primeramente se le dió valor al veto neutro de 0.5 [47], dejando a un decisor estricto con 0.100 y a un decisor flexible 0.900, ya que al ser 5 tipo de decisores, el valor de incremento resulta en 0.2, osea 1/5, pues 1 es el valor máximo para el parámetro y 5 son los decisores), esto se demuestra con la siguiente fórmula:

$$V_i = V_n \pm \Delta \tag{4.4.1}$$

Donde:

- i = decisor
- Δ = incremento

Los demás valores para los parámetros de preferencia e indiferencia se derivan del veto, disminuyendo a la mitad cada valor, esto cumple con la relación de orden $q < p < v$. En cuanto al peso para efectos demostrativos, se le dió el mismo valor a cada criterio, calculando su parte proporcional, peso = 1 / Total de criterios = 1/71 = 0.014084507. La Tabla 4.5 muestra los valores finales de cada parámetro que podrán ser utilizados para la selección de frases.

UMBRALES Y PESO	DECISOR ERICTO	DECISOR SEMIES-TRICTO	DECISOR NEUTRO	DECISOR SEMIFLEXI-BLE	DECISOR FLEXIBLE
Peso (w)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Indiferencia (q)	0.025	0.075	0.125	0.175	0.225
Preferencia (p)	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45
Veto (v)	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Tabla 4.5: Valor de parámetros según tipo de decisor.

El modelo de preferencia utiliza las relaciones de superación difusa en el componente de selección para elegir la respuesta más adecuada para el contexto caracterizado en el proceso deliberativo. La arquitectura propuesta integra este modelo de perfil de decisores o de personalidad, que cambia los valores de los parámetros del método de superación de acuerdo con la personalidad de un individuo para guiar los procesos de optimización similares al presente en la selección de frases.

4.5. MODELO DE SELECCIÓN DE FRASES

La selección del módulo de respuesta se encarga de elegir la frase más adecuada para que el agente presente como respuesta al contexto percibido en el diálogo. Para este propósito, este modelo requiere como entrada el corpus y el contexto caracterizado de acuerdo con el perfil de personalidad del agente, osea el papel del agente (inferido de las creencias, intenciones y deseos), en conjunto con los valores de umbral y peso para las preferencia en uso. La arquitectura propone relaciones de superación difusas como la base de un modelo de preferencia, particularmente el uso del método ELECTRE III.

El método ELECTRE III evalúa una declaración interpretada como “la alternativa a es lo suficientemente buena que b ”, para este trabajo se reinterpreta como “la frase x es lo suficientemente buena que el contexto y ”, denotada por xSy , donde x es una frase del corpus, que funcionan como alternativas de respuesta, e y es el contexto que contiene la frase de entrada del usuario.

La evaluación proporciona un valor de índice de credibilidad $\sigma(x, y)$ (es decir, una relación difusa que expresa el grado de verdad de la declaración), esta acepta o rechaza la sobre-clasificación de x con respecto de y . Para obtener el índice de credibilidad, se debe multiplicar el índice de Concordancia o grado de similitud, por el índice de No discordancia o grado de no diferencia. Estas métricas representan el grado de concordancia y discordancia de cada criterio con el enunciado que se evalúa, respectivamente. A continuación se presentan las fórmulas de concordancia y discordancia, así como la fórmula de credibilidad, que multiplica las anteriores.

Concordancia:

$$C(a, b) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a, b) \quad (4.5.1)$$

Donde:

- a= frase,
- b= contexto,
- W= sumatoria de todos los pesos,
- n= número de alternativas,
- j= posición de la alternativa,
- w= peso de cada criterio,
- c= concordancia de cada criterio.

No discordancia:

$$D(a, b) = 1 - d(a, b) \quad (4.5.2)$$

Donde:

- d= es la discordancia mayor de todos los criterio.

Credibilidad:

$$(a, b) = *C(a, b).D(a, b) \quad (4.5.3)$$

La Figura 4.6 muestra un gráfico de concordancia y otro de discordancia, enfatizando las relaciones difusas con un porcentaje de concordancia entre indiferencia (q) y preferencia (p), y un porcentaje de discordancia entre preferencia (p) y veto (v).

La frase que se considera más adecuada será la que maximice el valor de $\sigma(x, y)$, y en caso de empate se rompen arbitrariamente. A continuación se describe en forma de algoritmo de pseudocódigos el

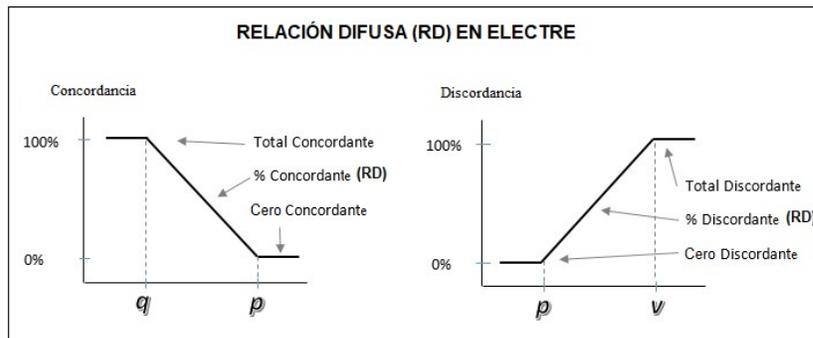
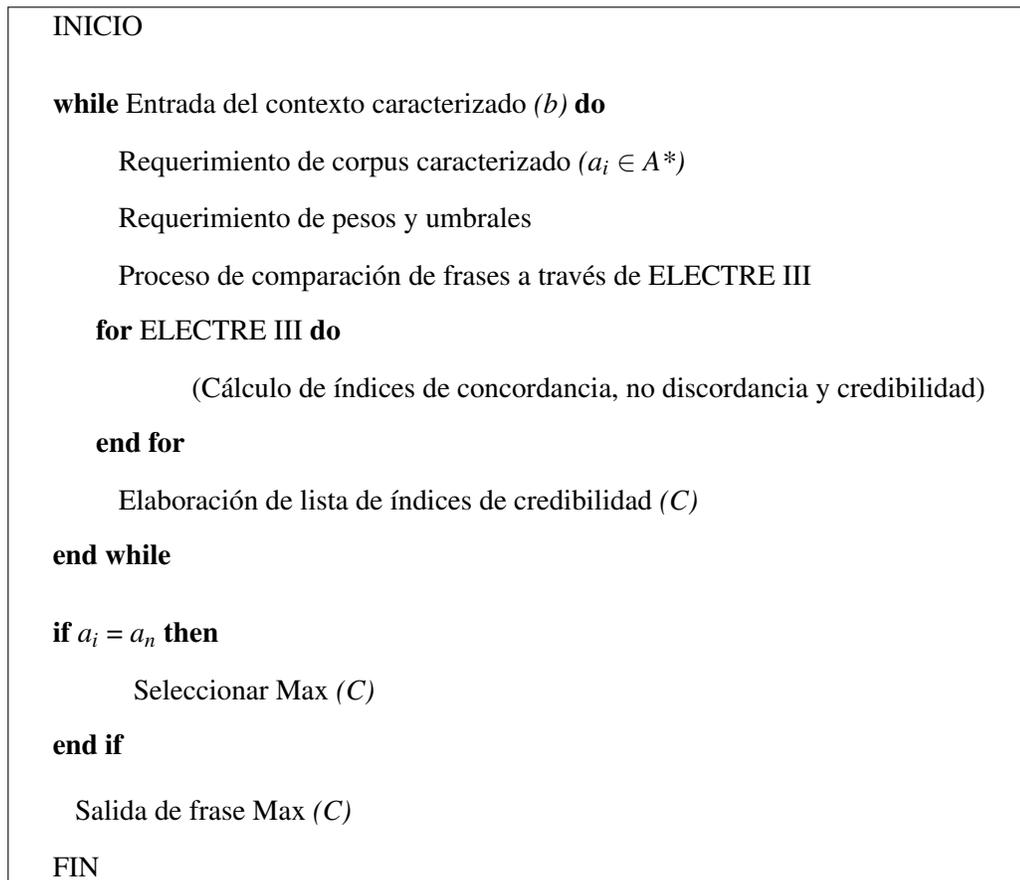


Figura 4.6: Relaciones difusas

modelo de selección de frases del agente, el cual integra los principales elementos para llevar a cabo el proceso, La Figura 4.7 muestra el diagrama de flujo del modelo.

Algoritmo de pseudocódigos para modelo de selección de frases



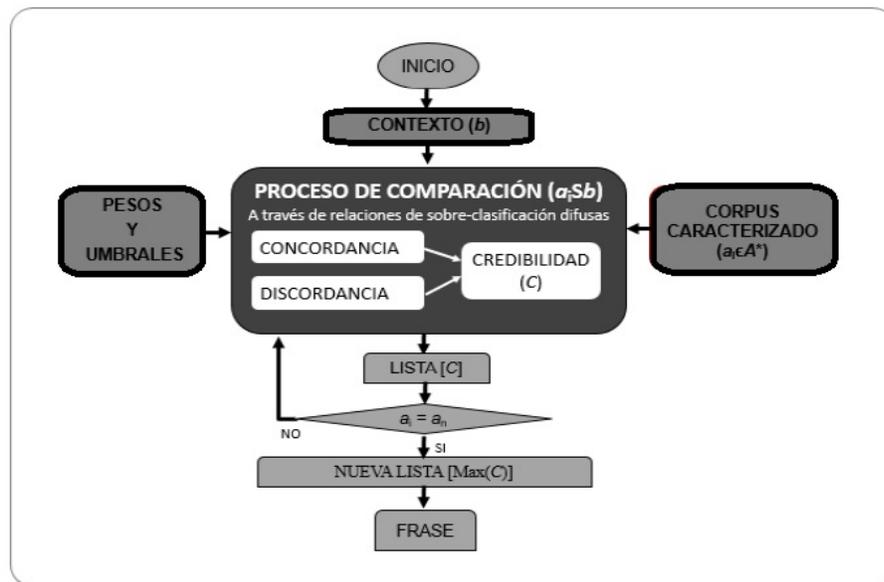


Figura 4.7: Diagrama de flujo del modelo de selección de frases

Para realizar el proceso de selección de una frase y solucionar el problema de maximización, se deben seguir siete pasos del método ELECTRE, antes de llegar a una solución. A continuación se enumeran los pasos del método:

1. Problema: La selección de una frase como respuesta del agente.
2. Objetivo: La mejor opción será la que se acerque más a los valores del contexto propuesto por el decisor. Esta será la alternativa de mayor índice de credibilidad, por lo que es un problema de maximización.
3. Alternativas: Las alternativas son todas las frases que conforman el corpus caracterizado.
4. Criterios: Los criterios son las características de importancia para comparar una frase con respecto de otra, en éste caso existen 71 pseudo-criterios.
5. Pesos y Umbrales: Se asignan los pesos y umbrales (preferencia, indiferencia veto) para la comparación de las frases, según el decisor, en éste caso un decisor semi-estricto.
6. Análisis de las alternativas: Se aplican las fórmulas de concordancia, discordancia y credibilidad a las frases del corpus comparándolas contra el contexto.

7. Clasificación de las alternativas: Todos los índices de credibilidad resultantes son comparados y ordenados para seleccionar el de mayor valor como mejor respuesta, ya que es un problema de maximización. De haber varios se selecciona uno al azar.

Con la metodología anterior se consigue finalmente una frase como respuesta del agente. En la Tabla 4.6 se muestra un ejemplo de como funciona el método.

Alternativas	Frases o alternativas	C1 - Acto Illocutivo Interactuar	Concordancia (C)	Discordancia (D)
Contexto b	Hola maestro	1	1	0
Frase a_1	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	1		

Tabla 4.6: Ejemplo de selección de frase

En la tabla anterior se puede observar la comparación del criterio C1 (Acto ilocutivo interactuar) de solo la frase a_1 de todo el corpus, contra el contexto b entrante del usuario. Ambos valores son iguales, por lo que resulta una concordancia de 1, ya que su similitud es completa y una discordancia de 0, pues no existe alguna diferencia. De esta manera se realiza la comparación de los 71 criterios de todas las frases del corpus. Los parámetros utilizados en la comparación son de un decisor neutro y el resultado de índices de credibilidad de cada comparación se muestran en la Tabla 4.7.

FRASES	Índice de concordancia	Índice de discordancia	Índice de no discordancia	Índice de credibilidad
Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	0.957746479	0.04225352	0.95774648	<u>0.91727832</u>
Good afternoon, can I help you?	0.929577465	0.07042254	0.92957747	0.86411426
¿Necesita algo?	0.76056338	0.23943662	0.76056338	0.57845666

Tabla 4.7: Parte de la lista de índices de credibilidad.

Podemos observar en la tabla anterior tres resultados de la lista completa de índices de credibilidad. Estos resultados son los más altos de toda la lista, por lo que se elegirá el primero (0.91727832), ya que tiene el valor más cercano a 1, esto quiere decir que la frase perteneciente a ese valor es la mejor

respuesta que se puede obtener para el agente. En la columna 1 se observan tres de las frases del corpus. En la columna 2 y 3 están los resultados obtenidos con las fórmulas del índice de concordancia y discordancia comparados contra el contexto. En la columna 4 se muestra el índice de no discordancia, que resulta de restar 1 menos la discordancia. Finalmente en la columna 5 se encuentran los índices de credibilidad que resultaron de la multiplicación de las cantidades en la columna 2 y 4.

El factor en el modelo de superación, diferente a otras aplicaciones, fueron los atributos derivados del modelo de caracterización que permiten la selección de una respuesta del corpus, ya que cada criterio aporta un valor a las frases y de esta manera aplica las fórmulas para clasificar y finalmente seleccionar la mejor respuesta

4.6. MÉTODO PARA LA GENERACIÓN DE INSTANCIAS

El principal objetivo de generar instancias artificiales para este proyecto, es usarlas para validar el modelo de selección de frases, de tal forma que aumente significativamente los recursos de experimentación para obtener mayor rango de resultados. Se le llama instancia al diálogo completo, semi-construido, que involucra contexto y corpus ya caracterizados y umbrales (w , q , p y v) que definen al agente. Las instancias se generaron a partir del corpus caracterizado por un decisor neutro. Se dio seguimiento a un método para la elaboración de las instancias:

1. Selección de atributos modificables según tipos de decisores.
2. Evaluación de atributos para identificar el parámetro aplicable.
3. Análisis de atributos para obtener la forma en que se le aplicará el parámetro.

Esta metodología se acentó con el diseño de contextos para validar su funcionamiento. En la Tabla 4.8 se muestra un ejemplo de la primera etapa, que son los atributos modificables, los cuales son aquellos que tienen una estrecha relación con los actos de habla de un decisor y pueden variar si el tipo de

decisor cambia. Para esto la definición de cada grupo de criterios es clave para seleccionar los que pueden ser modificables.

ID	CLASIFICACIÓN DE CRITERIOS	CRITERIOS	DEFINICIÓN	RELACIÓN CON DECISORES
1	Acto Ilocutivo (objetivos)	Interactuar, Guiar, Fomentar, Corregir, Reorientar.	Es el objetivo con el que se transmite la frase	EXISTENTE
2	Acto Perlocutivo (intenciones)	Saludar, Informar, Ordenar, Tranquilizar, Culpar.	Es la intención con la que fue recibida la frase	EXISTENTE
3	Fase	Apertura, Confrontación, Argumentación, Clausura.	Etapas de la frase en el diálogo	NULA
4	Idioma	Inglés, Español.	Identifica el lenguaje utilizado	NULA

Tabla 4.8: Ejemplo de selección de criterios modificables.

Se puede observar en la tabla anterior que los dos primeros grupos de criterios son modificables, ya que existe una relación con el tipo de decisor, es decir, si cambia el decisor, afecta considerablemente los criterios de esos grupos, pues su definición indica que están relacionados con los actos de habla; en cambio los últimos dos grupos no afectan en nada si el tipo de decisor se modifica, ya que sus criterios no tienen relación con los actos de habla. Así se clasificaron cada grupo de criterios, con lo que se obtuvieron 10 de los 15 grupos de criterios como modificables, dejando solo 5 grupos fuera que son Fase, Idioma, Tema, Contexto y Actos, ya que no tienen relación con el tipo de decisor. Para dejar más clara la selección, los 10 grupos que se modificarán, abarcan 54 criterios de los 71 totales, dejando solo 17 criterios fuera.

El siguiente paso se muestra en la Tabla 4.9, que es la identificación del incremento para crear las nuevas instancias, es decir el incremento que se aplicará a cada criterio según el tipo de decisor, lo que dará distintos valores a cada frase del corpus. La modificación de los valores para cada criterio estarán en función del decisor, por lo que es necesario determinar el valor que se debe incrementar o disminuir según sea el caso, ya que las instancias se acomodarán en forma vertical.

PARAMETROS	E	SE	N	SF	F	Incremento (Δ)	Nivel de importancia
INDIFERENCIA	0.025	0.075	0.125	0.175	0.225	0.05	bajo
PREFERENCIA	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.1	medio
VEETO	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.2	alto

Tabla 4.9: Incremento según parámetros.

Como se muestra en la tabla anterior, la primera fila esta compuesta por los tipos de decisores, desde el Estricto (E), hasta el Flexible (F). Se retoma la tabla 4.5, en donde aparecen los parámetros para cada tipo de decisor y se calcula el incremento para cada parámetro, osea como aumentan su valor de izquierda a derecha, esto con el fin de tomar una medida proporcional relacionada con los tipos de decisores, que se pueda aplicar a los valores de los criterios.

Posteriormente se definió el nivel de importancia para cada criterio, ya que no todos los criterios tienen el mismo peso o importancia en la toma de decisiones. Se realizó un nuevo análisis a cada criterio modificable (54 criterios) para determinar su nivel de importancia en la toma de decisiones. Esta clasificación se obtuvo gracias a la comparación de los valores de cada criterio entre una frase cordial de un decisor tipo flexible, y una frase agresiva de un decisor tipo estricto. El análisis resultó en un valor por criterio, que significó el nivel de importancia para la toma de decisiones según el tipo de decisor. El rango de valor resultante oscila entre 0 y 1, por lo que se sacó una proporción para los tres niveles de importancia quedando como el nivel alto el rango de 1 a 0.66, el nivel medio de 0.66 a 0.33 y el nivel bajo de 0.33 a 0.

En la Tabla 4.10 se puede observar que el criterio uno o C1, tiene el mismo valor de intensidad para la frase agresiva (decisor estricto) como para la frase amable (decisor flexible), por lo que la diferencia entre ambos valores es de 0, es decir, el nivel de importancia es bajo a diferencia de C6 que resultó con un valor de 0.67, lo que significa un nivel de importancia alto y finalmente C47 con una diferencia de 0.33 igual a un nivel de importancia medio. Así sucesivamente se definió el valor de intensidad para los 71 criterios.

DECISOR NEUTRO					
C#	CRITERIO	¿Necesita algo? (agresiva)	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir? (cordial)	DIFERENCIA	IMPORTANCIA
1	Act. Iloc. Interactuar	1	1	0	BAJA
6	Act. Perloc. Saludar	0.33	1	0.67	ALTA
47	Metas Evitación	0.33	0	0.33	MEDIA

Tabla 4.10: Ejemplo de comparación de valores entre una frase agresiva y una cordial.

Una vez establecido el incremento para cada criterio, se debe analizar nuevamente cada atributos para obtener la forma en que se le aplicará el parámetro, ya que no es lo mismo aplicar el incremento de decisor estricto a flexible que viseversa. Para esto se recurre nuevamente al modelo de tipo de decisor Figura 4.5, en donde se tomaron las características de los extremos que estan representados por solo un tipo de personalidad, para el decisor estricto es ISTJ (Introverso, Sensorial, Racional, Planificador) y para el decisor flexible es ENFP (Extroverso, Intuitivo, Emocional, Espontáneo). Se analiza cada criterio para identificar en que descripción se encuentra y de ahí partir con el incremento. Por ejemplo, si un criterio se inclina hacia lo estricto, el incremento será de forma ascendente, ya que el decisor estricto se colocará en la parte de abajo. En cambio si un criterio se inclina hacia lo flexible, el incremento será de forma descendente, pues el decisor flexible se colocará en la parte de arriba. la Tabla 4.11 muestra 4 criterios clasificados según su forma de aplicación (Ver la tabla completa en Anexo E).

C#	CRITERIO	ESTRICTO (ISTJ)	FLEXIBLE (ENFP)	APLICACIÓN	VALOR MAYOR
1	Acto Ilocutivo Interactuar		X	DESCENDENTE	FLEXIBLE
5	Acto Ilocutivo Corregir	X		ASCENDENTE	ESTRICTO
6	Act. Perloc. Saludar		X	DESCENDENTE	FLEXIBLE
11	TAH Directo	X		ASCENDENTE	ESTRICTO

Tabla 4.11: Ejemplo de asignación de la forma de aplicación del incremento.

Porteriormente se asignó por grupo de criterios (10 grupos), el valor de importancia y su incremento. En la Tabla 4.12, se muestran los 15 grupos de criterios y sus asignaciones.

ID	GRUPOS DE CRITERIOS	#C	IMPORTANCIA	INCREMENTO
1	Acto Illocutivo	5	BAJA	0.05
2	Acto Perlocutivo	5	ALTA	0.2
3	Tipo de acto de habla	2	BAJA	0.05
4	Tipo de ilocutivo	5	ALTA	0.2
5	Fuerza ilocutiva	21	ALTA	0.2
6	Creencias	2	ALTA	0.2
7	Metas	3	MEDIA	0.1
8	Tipo de diálogo	3	ALTA	0.2
9	Personalidad	4	ALTA	0.2
10	Emociones	4	ALTA	0.2

Tabla 4.12: Asignación de valores por grupo de criterios.

Terminado el análisis de los criterios, se procede a aplicar los incrementos a cada frase del corpus, para la generación de nuevas instancias. En la Tabla 4.13 se muestra la aplicación de los incrementos en su forma correcta a cuatro criterios de la primer frase.

DECISOR	FRASE	BAJA (0.05)				ALTA (0.2)
		DES (F) Act. Iloc. Interactuar C1	DES (F) Act. Iloc. Re- alimentar C2	ASC (E) Act. Iloc. Corregir C5	DES (F) Act. Perloc. Saludar C6	
FLEXIBLE	Hola buenas	1	0.76	0.1	1	
SEMIFLEXIBLE	tardes,	1	0.71	0.05	1	
NEUTRAL	¿En qué	1	0.66	0	1	
SEMIESTRICTO	te puedo	0.95	0.61	0	0.8 t	
ESTRICTO	servir?	0.9	0.56	0	0.6	

Tabla 4.13: Ejemplo de generación de instancias basadas un corpus de frases caracterizadas por un decisor neutro.

Este procedimiento se realizó para todo el corpus, generando cuatro instancias o diálogos además del ya existente, es decir, si se tienen 15 frases para el corpus del agente, la cantidad aumenta a 75 con las que se pueden formar 5 instancias distintas, que aunque son similares, difieren por el tipo de decisor, lo que cambia un poco en la intención y servirá para evaluar el modelo de selección de frases. A continuación se describen dos ejemplos de instancias con contextos y umbrales diferentes, lo que generará respuestas distintas aunque se compare con el mismo corpus de frases:

Instancia 1:

- Contexto: Alumna, Amable, Álgebra, Español.
- Corpus: Corpus caracterizado del agente.
- Umbrales: Decisor neutro

Instancia 2:

- Contexto: Maestro, Agresivo, Trigonometría, Ingles.
- Corpus: Corpus caracterizado del agente.
- Umbrales: Decisor semi-estricto

Para diferenciar las frases del corpus original de las instancias creadas, se les agregó al final la inicial del tipo de decisor que las caracterizó. Por ejemplo si son frases del decisor tipo Estricto, aparecerán al final con la letra (E). Así se podrán evaluar las nuevas instancias que aunque son las mismas frases del diálogo original, sus valores cambian y las hace diferentes. Los resultados se pueden observar en la Tabla 4.14.

CONTEXTOS HIPOTÉTICOS	INSTANCIAS ARTIFICIALES	INDICES DE CREDIBILIDAD
Contexto 1: Saludo cordial /Decisor Semiflexible	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir? (SF)	0.9999999999999991, 0.9154929577464781, 0.357053087757313...
Contexto 2: Saludo agresivo /Decisor Neutro	¿Necesita algo? (N)	0.40138678223185226, 0.9740845070422527, 0.9999999999999991, 0.8478873239436612, 0.3456121343445282...

Tabla 4.14: Ejemplo de dos entradas de contextos diferentes para evaluar las respuestas provenientes del corpus integrado por nuevas instancias.

La tabla anterior muestra algunos resultados de índices de credibilidad obtenidos de la comparación entre las nuevas instancias y los contextos hipotéticos. Como se observa sólo hay un resultado óptimo para cada comparación y es el resultado esperado según el tipo de decisor, por lo que se puede concluir

que la generación de instancias funciona para el propósito del trabajo que es utilizarlo como medio de evaluar la selección de las respuestas del modelo propuesto.

La Tabla 4.15, sirve como ejemplo de que una misma frase puede tener distintos significados y por lo tanto diferente caracterización ó mismo significado pero diferente frase.

FRASES	SIGNIFICADO	ATRIBUTOS					
		C2	C4	C6	C7	C8	C11
Que onda	saludo	1	0	1	0	0	0.66
Buenos días	saludo	1	0	1	0	0	0.66
Buenos días	deseo	0.66	0.33	0	0.33	0.33	0.66
Buenos días	afirmación	0.66	0.33	0	1	0	1
Buenos días	sugerencia	0.66	1	0	0.33	0.66	0.33
Buenos días	sentimiento	0.33	0	0	0.33	0	0.33

Tabla 4.15: Significados similares y diferentes en frases.

4.7. AGENTE VIRTUAL CONVERSACIONAL EN PYTHON

Para crear el Agente virtual conversacional, se implementaron los modelos anteriores en Python para poder automatizar los diálogos. Para esto se utilizó Python 3.7 a través de Anaconda3 y Spyder, en una Laptop HP con sistema operativo de 64 bits, procesador x64, Windows 10 y memoria RAM de 4.00 Gb.

Los principales componentes del programa fueron las fórmulas del modelo de selección y los parámetros de un decisor, en este caso, el decisor neutro. También se vincularon archivos de excel que contienen el corpus del agente y el contexto del usuario, ambos previamente caracterizados. El programa de Python funciona como el cerebro del agente.

En la Figura 4.8 se muestra al usuario realizando una consulta, lo que es una entrada para el agente, y cómo funciona dentro del programa (cerebro del agente) a través de sus cinco módulos que generarán una salida o respuesta para el usuario.

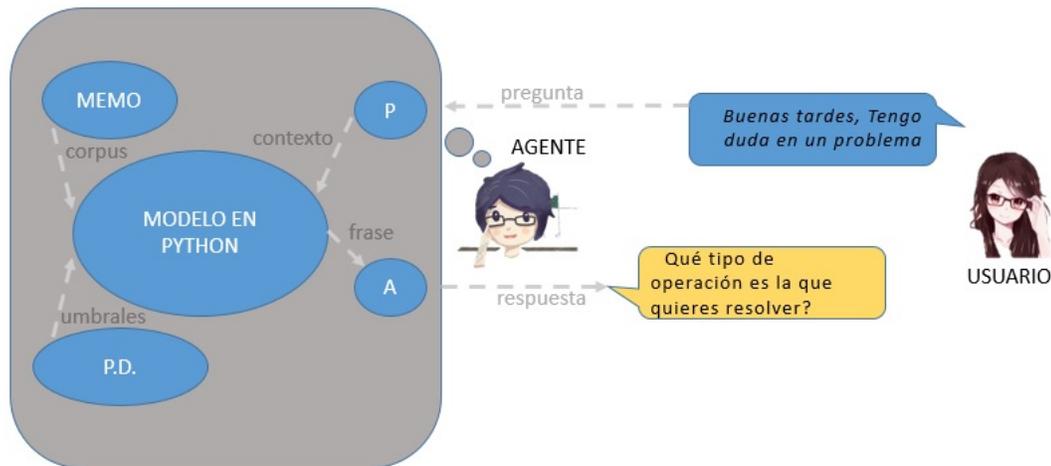


Figura 4.8: Proceso conversacional del agente.

Para lograr el proceso del diálogo entre usuario y agente, se configuró en Python el modelo de selección de frases, lo que dió como resultado un programa que genera automáticamente instancias. A continuación se presenta el algoritmo completo del modelo de selección de frases en Python, :

Created on Wed Sep 11 09:07:18 2019

@author: Xochitl Samantha Delgado Hernández

-FRASES DEL CORPUS CARACTERIZADO (a)

```
import pandas as pd
import numpy as np
import random as ra
xls=pd.ExcelFile('Programa.xlsx')
df=xls.parse('Corpus')
a=np.matrix(df)
columnas=len(df.iloc[0])-1
filas=len(df.iloc[:,0])
dat=df.iloc[:,0]

print('« MODELO PARA LA SELECCIÓN DE FRASES »')
```

-PESOS Y UMBRALES (decisor neutro)

```
w= 1/columnas
q=0.125
```

```
p=0.25
```

```
v=0.50
```

```
# -CONTEXTO A COMPARAR (b)
```

```
xls2=pd.ExcelFile('Programa.xlsx')
```

```
df2=xls2.parse('Contexto')
```

```
b=np.matrix(df2)
```

```
columnasb=len(df2.iloc[0])-1
```

```
filasb=len(df2.iloc[:,0])
```

```
datb=df2.iloc[:,0]
```

```
# -MÉTODO ELECTRE
```

```
fib=0
```

```
while fib < filasb:
```

```
    print(' ')
```

```
    print(str(datb[fib]))
```

```
    fi=0
```

```
    TOT=[]
```

```
    while fi < filas:
```

```
        co=1
```

```
        cob=1
```

```
        C=0
```

```
        D=[]
```

```
        while co <= columnas and cob <= columnasb:
```

```
            A=a[fi,co]
```

```
            co=co+1
```

```
            B=b[fi,cob]
```

```
            cob=cob+1
```

```
            concordancia
```

```
            if A+q >= B : cc=1
```

```
            elif A+p < B : cc=0
```

```
            else: cc = (A-B+p) / (p-q)
```

```
            cc=cc*w
```

```

C=C+cc

discordancia
if B <= A+p : dc=0
elif B > A+v : dc=1
else: dc = (B-A-p) / (v-p)
dc=1-dc
D.append(dc)

fi=fi+1
_D= min(D)
IC=C*_D
TOT.append(IC)

fib=fib+1
ind= max(TOT)
mf=[]
for y in range(0, filas):
    if TOT[y]==ind:
        mf.append(y)
res=ra.choice(mf)
print(str(dat[res]))

```

A este programa, que es el agente conversacional ya terminado, se le aplicó el contexto original del diálogo entre maestro y alumno. A continuación se muestra parte del diálogo generado por el programa, en donde se presenta primero una entrada o contexto, que es una frase del usuario, seguido de la lista con todos los índices de credibilidad resultantes de la comparación del contexto con cada frase del corpus, posteriormente se muestra una respuesta del agente, que es la frase del corpus con el mayor índice de credibilidad. Así sucesivamente aparecen nuevas entradas que generan más respuestas hasta concluir el diálogo. (Diálogo completo ver anexo F):

Inicio del programa: *Python 3.7.3 (default, Mar 27 2019, 17:13:21) [MSC v.1915 64 bit (AMD64)] Type "copyright", "credits" or "license" for more information. IPython 7.4.0 – An enhanced Interactive Python.*

Experimentación y resultados

Esta sección valida la arquitectura de agente propuesta a través de los casos de estudio basados en los diálogos de programación de un maestro. El primer caso de estudio, es el diálogo original entre un maestro y un alumno, en el segundo caso se utiliza el conjunto de instancias que aumentó el corpus de frases, y en el tercer caso, se comparó el agente desarrollado con otro. La finalidad de estos casos de estudio es evaluar el modelo de selección de frases, de tal forma que coincida el diálogo generado con el diálogo esperado. A continuación se describe la diferencia entre ambos diálogos:

- **Diálogo generado:** Es el diálogo que se obtuvo al correr el programa del agente, elaborado en Python
- **Diálogo esperado:** Es el diálogo que se realizó previamente, el cual contiene las mejores respuestas del agente.

5.1. MÉTRICA DE DESEMPEÑO

Se comparó el diálogo esperado entre agente y usuario con el diálogo generado por Python para obtener la distancia euclidiana que a continuación se describe:

Formula para obtener la distancia euclidiana:

$$D_{Euclidiana} = \sqrt{(DG_1 - DE_1)^2 + (DG_2 - DE_2)^2 + \dots + (DG_{71} - DE_{71})^2} \quad (5.1.1)$$

Donde:

- DG: Son los criterio del diálogo generado,
- DE: Son los criterio del diálogo esperado.

Los experimentos realizados se orientaron a demostrar qué tan bien el diálogo esperado podría reproducirse mediante un agente implementado usando la arquitectura propuesta.

5.2. CASO DE ESTUDIO NO. 1

Se utilizó el caso del alumno y maestro en una asesoría escolar para comparar el diálogo generado contra el esperado. Los valores resultantes de la distancia euclidiana cercanos a cero implican que la caracterización de la frase generada es muy parecida o igual a la caracterización de la frase esperada; de lo contrario, la similitud empeora con el aumento de sus valores. En la Tabla 5.1 podemos observar la comparación de una frase generada contra la que se esperaba para obtener la distancia euclidiana. Esta comparación se hace a sus 71 criterios pero aquí solo se mostrarán 3 de ellos (Para la tabla completa ver anexo G).

TURNO	LOCUTOR	INT	ANÁLISIS DE DIÁLOGOS	C1	C2	C3	D.Euc.
1	Usuario		Hola maestro	1	0.66	0.33	
2	Agente	DE	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	1	0.66	0.33	0
	Agente	DG	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	1	0.66	0.33	

Tabla 5.1: Ejemplo de comparación entre Diálogo Esperado (DE) y Diálogo Generado (DG).

Podemos observar en la tabla anterior, que los criterios que se muestran tienen el mismo valor, por lo tanto la distancia euclidiana resulta 0, pues no hay diferencias. Al finalizar la comparación de todas las frases generadas con las esperadas del diálogo, se obtuvo como resultado una lista de las distancias euclidianas, las cuales son analizadas para saber el porcentaje de éxito de cada frase. Para esto se le asignó una calificación proporcional al valor de la distancia euclidiana según el rango en el que se encuentre, quedando de la siguiente manera:

- Para valores de 0 a 0.8 se califica como 100% de éxito.
- Para valores de 0.8 a 0.6 se califica como 75% de éxito.
- Para valores de 0.6 a 0.4 se califica como 50% de éxito.
- Para valores de 0.4 a 0.2 se califica como 25% de éxito.
- Para valores de 0.2 a 0 se califica como 0% de éxito.

Una vez obtenidos los porcentajes de éxito de cada frase, se calcula el porcentaje de éxito del diálogo en general. Para esto se suman todos los porcentajes obtenidos y se divide entre el número total de turnos, así se obtiene el porcentaje de éxito final como se muestra en la Tabla 5.2.

El resultado que obtuvo el agente virtual conversacional en el diálogo de 30 frases (15 turnos), simulando un maestro (agente) y un alumno (usuario), es de 75% de éxito, calculado de los porcentajes de éxito de cada frase al comparar el diálogo generado contra el diálogo esperado. Es un resultado muy satisfactorio para el primer caso de estudio en donde se cuenta con sólo una instancia de pocos turnos.

La Figura 5.1 ilustra el resultado final del primer caso, en donde el porcentaje de éxito, es decir los

Turno	Distancia Euclidiana	% Éxito
2	0	100
4	0	100
6	0	100
8	0.466	50
10	0	100
12	0.577	50
14	0	100
16	0.577	50
18	0.67	75
20	0	100
22	0	100
24	1.003	0
26	2.07	0
28	0	100
30	0	100
Porcentaje total		75 %

Tabla 5.2: Distancias euclidianas y porcentaje de éxito de cada frase

aciertos del diálogo del agente, son mucho mayor que las diferencias que surgieron a partir de la comparación con el diálogo esperado. Tan sólo un 25 % difieren, y de ese porcentaje se podrían rescatar frases que aunque no sean iguales a las esperadas, pueden ser una respuestas aceptable para el usuario.

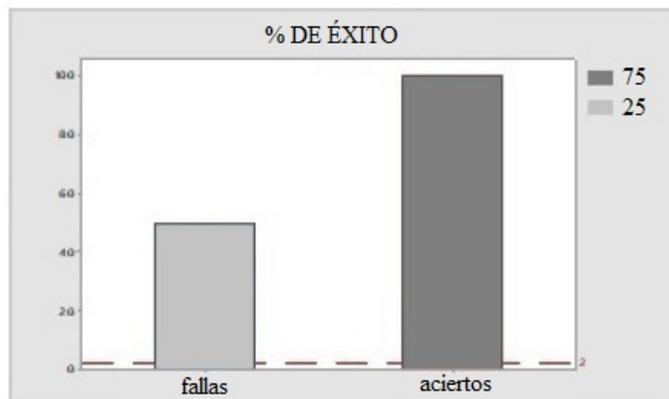


Figura 5.1: Porcentaje de éxito del agente en el caso 1.

5.3. CASO DE ESTUDIO NO. 2

En base al diálogo original de la asesoría entre alumno y maestro, se crearon 4 nuevos diálogos similares con alguna diferencia significativa como la emoción, el idioma, el tipo de usuario y el tema a tratar, surgiendo 5 diálogos o instancias originales para evaluar el modelo de selección de frases, su consistencia en el comportamiento con otras variables y la variación en el grado de similitud. Además, se evaluará el método de generación de instancias, ya que éste se aplicó a los 5 diálogos originales surgiendo 20 nuevas instancias creadas, que aunque son las mismas frases, los valores de los criterios cambian en función del tipo de decisor, convirtiéndose en un total de 25 diálogos diferentes.

En la Tabla 5.3 se muestran tanto las instancias originales y el decisor que las caracterizó, así como las nuevas instancias creadas con su tipo de decisor y el contexto al que pertenecen. Todas las instancias serán utilizadas en el programa del agente virtual conversacional.

Contextos	Decisor Estricto	Decisor Semi-estricto	Decisor Neutro	Decisor Semi-flexible	Decisor Flexible
Alumno, Amable, Algebra, Español	Creada	Creada	original	Creada	Creada
Alumno, Agresivo, Algebra, Español	Creada	Creada	original	Creada	Creada
Alumno, Amable, Algebra, Ingles.	Creada	Creada	original	Creada	Creada
Profesionista, Amable, Algebra, Español	Creada	Creada	original	Creada	Creada
Alumno, Amable, Geometría, Español	Creada	Creada	original	Creada	Creada

Tabla 5.3: *Instancias originales y creadas.*

Arriba en la tabla se pueden observar todas las instancias con las que se trabajarán en este caso las cuales, como ya se mencionó, se dividen en dos tipo:

- Instancia original: Son las instancias similares, obtenidas del diálogo real en una asesoría pero con diferente contexto y caracterizadas por el decisor neutro.

- Instancia creada: Son las instancias creadas por el método de generación de instancias en base a las originales.

El proceso de comparación del diálogo esperado contra el diálogo generado que se realizará con cada instancia es el mismo que anteriormente se desarrolló en el caso 1, solo que ahora el total de comparaciones es de 700, es decir, de las 25 instancias surgen 700 turnos del diálogo entre agente y usuario. Esto ampliará la experimentación y se obtendrán resultado más exactos. Primero se deben generar los 25 diálogos o conversaciones en el programa del agente (Python), posteriormente se comparan los resultados contra los 25 diálogo esperados, previamente caracterizados. Con esta comparación se obtendrá la distancia euclidiana de cada turno para convertirla a porcentaje de éxito. La Tabla 5.4 muestra los resultados obtenidos.

RESULTADOS DE 700 TURNOS EN 25 DIÁLOGOS				PORCENTAJE DE ÉXITO
FRASES IGUALES	626 (89.43 %)			89.43
FRASES DIFERENTES	74 (10.57 %)	Frases similares	7 (1 %)	1
		Frases coherentes	32 (4.57 %)	4.57
		Frases incoherentes	35 (5 %)	
PORCENTAJE DE ÉXITO TOTAL				95 %

Tabla 5.4: Resultados de la comparación entre diálogos generados y esperados de las 25 instancias

En la tabla de arriba se muestran el resumen de los resultados de los turnos comparados. A continuación se definen los terminos utilizados en la tabla:

- Las frases iguales son las mismas en el diálogo generado como en el diálogo esperado y su porcentaje de éxito es de 100 %.
- Las frases diferentes son las que no coincidieron con el diálogo esperado y se clasifican en similares, coherentes e incoherentes.
- Las frases similares son diferentes de las del diálogo esperado pero tienen el mismo significado.

- Las frases coherentes son diferentes de las del diálogo esperado y tienen diferentes significado pero aún así son respuestas aceptables por su coherencia con el contexto.
- Las frases incoherentes difieren completamente del diálogo esperado, del significado y no son aceptables por ser incoherentes con el contexto.

Sumando el porcentaje de las frases iguales con las que son similares y las que son coherentes, es decir que no es lo que se esperaba pero aún así se relaciona la respuesta y es coherente con la entrada del usuario o contexto, da un total del 95 % de éxito para el modelo de selección de frases del agente virtual conversacional. El resultado es mayor que en el caso 1 ya que son más ejemplos los que se aplican, se consideraron las frases similares y coherentes, y se observó que las respuestas que presentan incoherencias están relacionadas con la falta de algunos criterios en su caracterización.

La figura 5.2 ilustra el resultado en una gráfica, donde el porcentaje de éxito está constituido por los resultados de frases iguales o aciertos, frases similares y frases coherentes en la comparación entre diálogos generados y esperados.

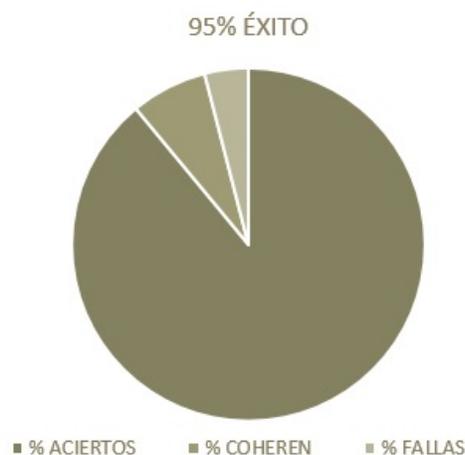


Figura 5.2: Porcentaje de éxito del agente en el caso 2.

5.4. CASO DE ESTUDIO NO. 3

Para el caso de estudio 3, se buscó otro agente con el que se pudiera comparar las respuestas generadas por el programa propuesto, basado en el modelo de selección de frases. El agente elegido es un chatbot con arquitectura basada en corpus y de recuperación de información, es el programa conversacional Cleverbot [36], un bot creado para conversaciones triviales con cualquier persona en el mundo. La Figura 5.3 muestra como se presenta en su página web.



Figura 5.3: Logo de la página de Cleverbot

Primeramente se hicieron pruebas para analizar las respuestas de Cleverbot, En la Tabla 5.5 se muestra un corto ejemplo de una conversación sostenida con este bot.

Durante varios días se capturaron las conversaciones realizadas con cleverbot, teniendo como resultado que sus respuestas presentaban areas de oportunidad. De estas conversaciones se pudo detectar lo siguiente:

- Al copiar turnos, Cleverbot guarda frases que carecen de coherencias o sentido.
- Responde con palabras incompletas que muchas veces los usuarios no terminan de escribir.
- A falta de un corrector, se detectaron frases con mala ortografía.
- Cleverbot esta expuesto a conversar con todo tipo de usuarios, y muchas veces hacen entradas con groserías, lo que se convierte en parte de las frases del bot. Esto lo pudiera exhibir como más humano, pero también puede caer en una mala actitud ya que no tiene ningún filtro.

Conversación con Cleverbot	
1 Usuario: Hola ¿como estas?	15 Usuario: Jugando conmigo.
2 Cleverbot: Why do you do that.	16 Cleverbot: Is.
3 Usuario: Quiero conocerte.	17 Usuario: ¿quieres hablar?
4 Cleverbot: Muy bien, que quieres saber?	18 Cleverbot: Ne.
5 Usuario: ¿como te llamas?	19 Usuario: ¿qué?
6 Cleverbot: Mi nombre es apunahamepetilazan.	20 Cleverbot: Co?
7 Usuario: Esta bien no te preocupes.	21 Usuario: Que?
8 Cleverbot: Te quiero.	22 Cleverbot: Ire a traductor xd.
9 Usuario: ¿porque?	23 Usuario: Porque?
10 Cleverbot: Nom.	24 Cleverbot: Porque no me da la gama.
11 Usuario: No me conoces.	25 Usuario: Tu eres hombre o mujer?
12 Cleverbot: Si te conozco.	26 Cleverbot: Soy mujer.
13 Usuario: Tu estas jugando.	27 Usuario: Eres hombre o mujer?
14 Cleverbot: Què?	28 Cleverbot: Hombre.

Tabla 5.5: *Conversación con Cleverbot.*

- No hay seguimiento de la conversación, porque en ocasiones responde cosas opuestas a las mismas preguntas o vuelve a preguntar lo mismo.
- No cuenta con una personalidad en particular.

Las palabras incompletas, mala ortografía y groserías, son errores comunes en las personas, Cleverbot aprende de los usuarios que han conversado con él. El copiar las frases entrantes que contienen incoherencias, el dar algunas respuestas sin sentido y no tener seguimiento de la conversación, son puntos de oportunidad que mejora el agente conversacional propuesto.

En la Tabla 5.6 se muestra una conversación trivial, en donde se pueden comparar ambos programas y sus modelos de selección de respuesta. La conversación se elaboró en base a las áreas de oportunidad observadas en las respuestas de Cleverbot. Como podemos observar, el agente contesta lo que se espera que normalmente una persona responda en una conversación trivial. En el caso de Cleverbot, se pueden encontrar frases con incoherencias para esta conversación y con falta de seguimiento.

COMPARACIÓN DE CONVERSACIONES	
CLEVERBOT	AGENTE
Usuario: Hola ¿como estas?	Usuario: Hola ¿como estas?
Cleverbot: Nö aber nicht mehr lange.	Agente: bien gracias
Usuario: ¿como te llamas?	Usuario: ¿como te llamas?
Cleverbot: Qué te importa xd.	Agente: Mathybot
Usuario: Soy Ana.	Usuario: Soy Ana.
Cleverbot: No que te llamabas yuli?	Agente: mucho gusto
Usuario: Tu eres hombre o mujer?	Usuario: Tu eres hombre o mujer?
Cleverbot: Mujer.	Agente: soy mujer
Usuario: No me conoces.	Usuario: No me conoces.
Cleverbot: Si pero te quiero.	Agente: no, no te conozco

Tabla 5.6: Comparación de respuestas del Agente vs Cleverbot.

Se compararon los diálogos generados (DG) de ambos agentes contra el diálogo esperado (DE) para determinar su porcentaje de éxito. La Tabla 5.7 muestra un 100% de éxito para el agente propuesto y 62.5% para Cleverbot. La primer columna (T) muestra los turnos de la conversación y las siguientes columnas el porcentaje de éxito para cada programa.

#	Análisis DE vs DG	
	Cleverbot	Agente
2	0	100
4	100	100
6	50	100
8	100	100
10	50	100
12	50	100
14	100	100
16	100	100
18	100	100
20	0	100
22	0	100
24	100	100
PTS	750	1200
%	62.5	100

Tabla 5.7: Resultados de la comparación entre las conversaciones generadas por los agentes contra la esperada.

Se ilustra mejor este resultado en la Figura 5.4, donde aparece la puntuación de cada programa. El eje X muestra a cada agente y el eje Y presenta el porcentaje de éxito obtenido.

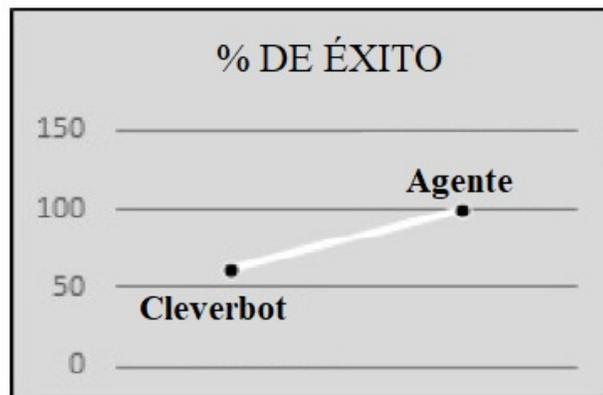


Figura 5.4: Porcentaje de éxito del agente en el caso 3.

5.5. CASO DE ESTUDIO NO. 4

Finalmente se evaluaron las frases del corpus original, es decir, el diálogo utilizado para el caso 1 entre alumno y maestro en una asesoría escolar, para validar el modelo de selección de frases así como el modelo de perfil de decisores. Para esto se realizaron encuestas a personas de diferentes perfiles para confirmar la coherencia de las respuestas generadas por el agente. En la Figura 5.5 se muestra parte de una de las encuestas aplicada a un usuario con personalidad perteneciente al tipo de decisor estricto, el cual no aprobó sólo las primeras 2 frases un tanto extrovertidas, de los 15 turnos que se evaluaron.

Asumiendo que usted es un profesor de matemáticas, evalúe las respuestas de la columna "PROFESOR" del siguiente diálogo de asesoría a un alumno.			¿CÓMO LO DIRÍA YO? (seleccione una opción)
	ALUMNO	PROFESOR	
1	Hola maestro	R: Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	CAMBIARÍA ALGO
2	Buenas tardes, Tengo duda en un problema	R: De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.	NUNCA DIRÍA ESO
3	Jeje, no maestro como cree	R: Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	IGUAL A LA FRASE
4	Es una ecuación de fracciones con multiplicación de fracciones y raíces cuadradas	R: Okay Para empezar cuál es tu primer duda	IGUAL A LA FRASE
5	Donde empezar si el problema es $5(1/4)+(2/3)-\sqrt{9}$	R: Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?	IGUAL A LA FRASE
6	Si, primero se resuelven las raíces y exponente, después multiplicación y divisiones y al final sumas y restas. Entonces aquí voy a sacar primero raíz de 9?	R: Es Correcto, seguimos después con multiplicaciones y divisiones	IGUAL A LA FRASE
7	Puedo pasar 5 enteros a cuartos O solamente hago la división sobre 1?	R: Puedes multiplicar directo por 5 o puedes también convertirlo a fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa.	IGUAL A LA FRASE
8	Da como resultado 5 cuartos?	R: Si es correcto, lo siguiente son sumas y restas	IGUAL A LA FRASE

Figura 5.5: Parte de una evaluación de frases

Se calculó el porcentaje de frases en desacuerdo del total evaluadas en cada encuesta. El resultado fue un total de 11 % de frases en desacuerdo o no aceptadas, lo que deja un 89 % a favor de las frases emitidas por el agente. La Tabla 5.8 muestra el resumen de los resultados obtenidos. La primera columna indica el número de encuestados, en la segunda columna las iniciales del nombre de cada encuestado y la tercer columna el porcentaje de frases en desacuerdo.

#	ENCUESTADO	% EN DESACUERDO
1	ERRT	0
2	RAHM	13
3	GMAM	13
4	GRRD	0
5	GTOA	0
6	DADAJL	13
7	MLDI	7
8	JRRT	7
9	JSQ	13
10	KCG	7
11	SGRDJ	7
12	CJCF	33
13	JGHM	27
14	LRVM	33
15	GRRS	0
16	DAPG	0
Frases no aceptadas		11 %
Frases aceptadas		89 %

Tabla 5.8: Resultados de las evaluaciones.

La forma en que se asignó el valor a las respuestas de las evaluaciones, fue proporcional al número de frases a las que sugirieron algún cambio significativo o total. Por ejemplo, si fueron dos frases sugeridas, entonces se sacó el valor al dividir este número entre el total de frases, en este caso fueron 15 frases en la evaluación, lo que dá un total de 0.13, o lo que es igual a 13 %. En la Figura 5.6 se ilustra con más claridad el resultado obtenido de todas las evaluaciones, en donde el eje X muestra el porcentaje y el eje Y presenta las frases no aceptadas con la barra azul, y las frases aceptadas con la barra café.

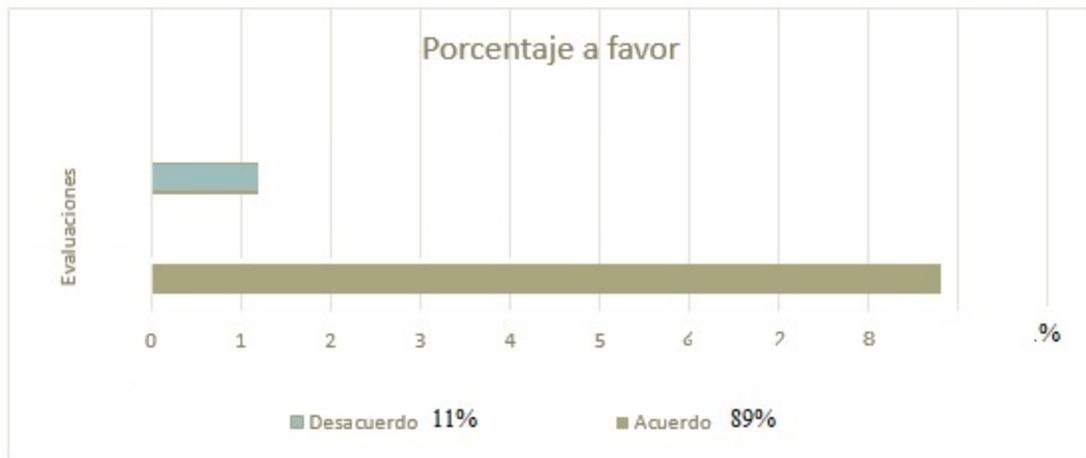


Figura 5.6: Porcentaje de éxito del agente en el caso 4.

5.6. RESULTADOS FINALES

La finalidad de la experimentación en la sección anterior, es dar validez al objetivo de esta tesis, que es el desarrollo de un agente virtual conversacional integrado por un modelo de selección de frases caracterizadas por actos de habla. Como resultado de los 4 casos de estudio se puede decir que el agente asumió el papel de un maestro sosteniendo diálogos con contextos previamente caracterizados.

En el primer caso de estudio, se obtuvo un porcentaje de 75 % de éxito en la conversación original entre maestro y alumno, y para el segundo caso, un 95 % en las 25 conversaciones integradas por las nuevas instancias generadas, que demuestra lo bien que el agente reproduce el diálogo esperado.

En el caso de estudio número 3, se realizó una primera comparación del agente propuesto contra otro chatbot, la cual tuvo resultados favorables para el agente, ya que se compararon las respuestas generadas por ambos programas contra el diálogo esperado para la misma conversación trivial, superando el agente con un 100 % al chatbot que obtuvo tan solo un 62 % de éxito.

Para el último caso de estudio, las evaluaciones realizadas por otros usuarios fueron positivas a las

respuestas generadas por el agente. Los resultados validan el modelo de selección de frases en cuatro casos diferentes. La distancia euclidiana fue utilizada como un indicador de calidad esperando que su valor se minimice para un mejor ajuste al contexto. Se encontró que algunos errores se pueden solucionar agregando criterios a la caracterización, los cuales se comentarán en trabajos a futuro.

Conclusiones y Trabajos a futuros

6.1. CONCLUSIONES

La principal contribución de este trabajo fue el modelo de selección de frases a través del método ELECTRE III, en conjunto con el modelo de caracterización de frases basado en los actos de habla. La integración de ambos modelos permitió el desarrollo de una nueva arquitectura que le dio soporte al prototipo de un agente virtual socio-emocional.

Los productos obtenidos a partir del desarrollo del trabajo de tesis son los siguientes:

1. Arquitectura del agente
2. Corpus de frases
3. Modelo de Caracterización de frases

4. Modelo de perfil de decisores
5. Modelo de Selección de Frases
6. Método para generar instancias
7. Prototipo de un Asistente para Toma de Decisiones

Se logró desarrollar un agente virtual conversacional que genera diálogos muy parecidos a los de una persona, ya que estos contienen deseos, creencias e intenciones, además de un perfil de personalidad que incluso puede ser modificado a conveniencia.

Se desarrolló el modelo de selección de frases en conjunto con el modelo de caracterización, pues son complemento para que el agente pueda seleccionar una respuesta. La caracterización del corpus se realiza de forma manual, así como la del contexto que no es de la misma forma, es decir, para las frases del agente se utiliza una caracterización objetiva (illocutiva) ya que se desea dar valores del significado literal de la frase, tal cual se emite. En cambio para el contexto, se necesita una caracterización de intenciones (perlocutiva), pues aquí se requiere que se caracterice lo que se desea como respuesta, una frase esperada en función de la personalidad del agente. De esta forma se dará la comunicación efectiva.

Por lo anterior, se puede concluir que es válida la hipótesis de investigación (Hi): La selección de frases de (A) se puede modelar a través de la caracterización de actos de habla y su evaluación por medio de (S).

6.2. TRABAJOS FUTUROS

Como trabajos a futuros, está principalmente realizar la caracterización automática del corpus para facilitar el ingreso de más frases, así como la del contexto pues como sabemos, sería una caracterización distinta. Análisis del método para generar instancias, ya que se desarrollaron instancias artificiales para utilizar en esta tesis, pero con una mayor investigación se pueden desarrollar instancias reales en función

de los tipos de decisores, para utilizar en el corpus. Otro modelo que puede llegar a desarrollar más es el de tipo de decisores, ya que podría funcionar como una herramienta de cambio en la personalidad de un agente, influyendo en los parámetros de la toma de decisiones, lo que haría variar sus respuestas. También se encuentra el reducir el proceso de selección de frases y la memoria en el programa de Python.

Finalmente como se comentó en la sección de experimentación, se identificaron algunas frases en la selección de respuesta, que no cumplían con la coherencia necesaria para la entrada del usuario, esto a causa de la falta de algunos criterios más específicos, lo que se recomienda analizar los casos y añadir los criterios necesarios para mejorar la selección de frases del agente, logrando coherencia en toda la conversación. Actualmente se cuenta con 71 criterios que ya han sido analizados y evaluados. Ahora se requiere estudiar cuales y cuantos criterios más se pueden agregar a la caracterización, que podría mejorar el porcentaje de éxito en la comparación con las frases esperadas y/o mejorar el tiempo de selección y recursos utilizados.

6.3. APORTACIONES DEL TRABAJO DE TESIS

Participación en eventos:

1. Participación en el 11th Workshop on Intelligent Learning Environments (WILE-2018) in collaboration with 17th Mexican International Conference on Artificial Intelligence (MICA I 2018). Con el artículo *Analysis of Speech Acts for the Design of a Corpus of Phrases used in an Intelligent Learning Environment* (Análisis de actos de habla para el diseño de un corpus de frases utilizado en un ambiente de aprendizaje inteligente), presentado en Guadalajara.
2. Participación en International Virtual Workshop of Business Analytics (EUREKA 2019) con el artículo *Development of a deliberative agent architecture with an integrated outranking model to select sentences* (Desarrollo de una arquitectura de agente deliberativo con un modelo de

sobre-clasificación integrado para seleccionar oraciones).

3. Participación en Numerical and Evolutionary Optimization, (NEO 2020), con el artículo *Optimization of phrase selection for a conversational virtual agent through speech acts and outranking methods*" (Optimización de la selección de frases de un agente virtual conversacional a través de actos de habla y métodos de sobre-clasificación).
4. Participación en International Virtual Workshop of Business Analytics (EUREKA 2021) con el artículo *Implementation of the phrases selection model to the conversational agent architecture to optimize the response*" (Implementación de modelo de selección de frases a la arquitectura de agente conversacional para optimizar la respuesta).

Publicaciones:

1. Artículo publicado en Research in Computing Science 148(5), 2019, titulado *Analysis of Speech Acts for the Design of a Corpus of Phrases used in an Intelligent Learning Environment*" (Análisis de actos de habla para el diseño de un corpus de frases utilizado en un ambiente de aprendizaje inteligente), ISSN 1870-4069.
2. Artículo publicado en International Journal of Fuzzy Systems en 2020, titulado *Development of Conversational Deliberative Agents Driven by Personality via Fuzzy Outranking Relations.*" (Desarrollo de un agente deliberativo conversacional dirigido por la personalidad a través de relaciones de sobreclasificación difusas.), ISSN 1562-2479, DOI 10.1007/s40815-020-00817-w.

Bibliografía

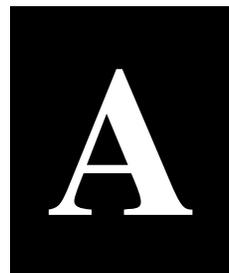
- [1] C. Iglesias, “Fundamentos de los agentes inteligentes,” *Informe Técnico UPM/DIT/GSI, Depto. de ingeniería de sistemas temáticos, Universidad Politécnica de Madrid*, vol. 16, p. 97, 1997.
- [2] J. Weizenbaum, “Eliza—a computer program for the study of natural language communication between man and machine,” *Communications of the ACM, New York, NY, USA*, vol. 9, no. 1, pp. 36–45, 1966.
- [3] S. Russell and P. Norvig, “Artificial intelligence: a modern approach,” *Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall, ISBN 0-13-103805-2*, 1995.
- [4] M. Woodridge, *An Introduction to Multiagent Systems*. 2nd Edition, Wiley, 2009.
- [5] S. Benford and L. Fahlen, “A spatial model of interaction in large virtual environments.” *Kluwer Academic Publishers*, 1993.
- [6] N. Nilsson, “Teleo-reactive programs and the triple-tower architecture,” 2001.
- [7] P. Herrero and A. D. Antonio, “Diseño de un modelo de percepción para agentes virtuales inteligentes basado en el sistema de percepción de los seres humanos,” *Universidad de Tarapacá*, págs. 11-24. ISSN 0718-1337. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-13372003000100003>., 2003.
- [8] J. H. Jurafsky, Daniel y Martin, “Dialog systems and chatbots,” *Procesamiento del habla y el lenguaje, 2nd Edition, Prentice-Hall*, vol. 3, 2017.
- [9] I. Briggs, “My mbti personality type,” in *The Myers Briggs Foundation*, <https://www.myersbriggs.org/>, 2017.
- [10] M. L. Morales-Rodríguez, “Modèle d’interaction sociale pour des agents conversationnels animés: Application à la rééducation de patients cérébro-lésés,” Ph.D. dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse III, Francia, 2007.
- [11] J. Castro-Rivera, M. L. Morales-Rodríguez, N. Rangel-Valdez, L. Cruz-Reyes *et al.*, “Prioritization of elements selection in order-picking problems through a preference model influenced by personality,” in *Handbook of Research on Metaheuristics for Order Picking Optimization in Warehouses to Smart Cities*. IGI Global, 2019, pp. 117–142.

- [12] C. C. Coello, "Handling preferences in evolutionary multiobjective optimization: A survey," in *Actas del Congreso de 2000 sobre Computación Evolutiva. CEC00 (Cat. No. 00TH8512)*, vol. 1. IEEE, 2000, pp. 30–37.
- [13] B. Roy, "The outranking approach and the foundations of electre methods," in *Lecturas en la ayuda a la decisión de varios criterios*. Springer, 1990, pp. 155–183.
- [14] E. Fernandez, E. Lopez, F. Lopez, and C. A. C. Coello, "Increasing selective pressure towards the best compromise in evolutionary multiobjective optimization: The extended nosga method," *Information Sciences, Elsevier*, vol. 181, no. 1, pp. 44–56, 2011.
- [15] J. Salvit and E. Sklar, "Modulating agent behavior using human personality type," in *Proceedings of the Workshop on Human-Agent Interaction Design and Models (HAIDM) at Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS)*, 2012, pp. 145–160.
- [16] J. Pavón, "Agentes inteligentes. modelos y arquitecturas de agentes," Depto. de ingeniería del software e inteligencia artificial, Universidad Complutense Madrid, 2006.
- [17] R. R. McCrae and O. P. John, "An introduction to the five-factor model and its applications," *Journal of personality, Wiley Online Library*, vol. 60, no. 2, pp. 175–215, 1992.
- [18] J. L. Austin, *How to do things with words*. Oxford university press, 1975, vol. 88.
- [19] J. R. Searle, *Expression and meaning. Studies in the theory of speech acts*. Cambridge University Press, 1985.
- [20] E. L. Bachioqui, "La interpretación y los actos de habla," *Mutatis Mutandis. Revista Latinoamericana de Traducción, Universidad Autónoma de Baja California*, vol. 3, no. 2, pp. 333–348, 2010.
- [21] J. Roperro, "Diseño de un agente inteligente web basado en técnicas de inteligencia artificial," *Departamento de Tecnología Electrónica, Universidad de Sevilla.*, 2006.
- [22] S. Martín, "Investigación operativa en ingeniería, tema 8, toma de decisiones multicriterio." Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
- [23] G. B. Toskano Hurtado, "El proceso de análisis jerarquico como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores," 2007.
- [24] J. R. Pallarés, "Métodos de decisión multicriterio electre y topsis aplicados a la elección de un dispositivo móvil," 2015.
- [25] J. R. Figueira, V. Mousseau, and B. Roy, "Electre methods," in *Multiple criteria decision analysis*. Springer, 2016, pp. 155–185.
- [26] J. Brans and Y. De Smet, "Promethee methods, multiple criteria decision analysis," *DOI: 10.1007/978-1-4939-3094-4_6*, 2016.
- [27] B. Roy, *Multicriteria methodology for decision aiding*. Springer Science & Business Media, 2013, vol. 12.

- [28] L. Cruz-Reyes, E. Fernández, P. Sánchez, C. Coello, and C. Gómez, “Incorporation of implicit decision-maker preferences in multi-objective evolutionary optimization using a multi-criteria classification method,” *Applied Soft Computing* 50, 48-57, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.10.037>, 2017.
- [29] L. Y. Maystre, J. Pictet, and J. Simos, *Méthodes multicritères ELECTRE: description, conseils pratiques et cas d’application à la gestion environnementale*. PPUR presses polytechniques, 1994.
- [30] J. C. López, “Algoritmos y programación (guía para docentes).” SEGUNDA EDICIÓN, <http://www.eduteka.org/GuiaAlgoritmos.php>, 2009.
- [31] L. Cruz-Reyes, P. Hernández, P. Melin, H. Fraire, and J. Mar, “Constructive algorithm for a benchmark in ship stowage planning,” *Recent Advances on Hybrid Intelligent Systems*, 393-408, Springer, Berlín, Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-642-33021-6_31, 2013.
- [32] O. Pérez, R. Pazos, R. Cruz, S. Reyes, T. Basave, and H. Fraire, “Improving the efficiency and efficacy of the k-means clustering algorithm through a new convergence condition,” *Proceedings of the 2007 international conference on Computational science*, Springer, Berlín, Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-540-74484-9_58, 2007.
- [33] C. Gómez, L. Cruz-Reyes, J. González, H. Fraire, R. Pazos, and J. Martínez, “Ant colony system with characterization-based heuristics for a bottled-products distribution logistics system,” *Journal of Computational and Applied Mathematics* 259, 965-977, DOI: 10.1016 / j.cam.2013.10.035, 2014.
- [34] GusChat, “Chatbots. qué son y por qué están revolucionando el comercio digital.” <http://www.gus.chat/>, 2020.
- [35] I. V. Serban, R. Lowe, P. Henderson, L. Charlin, and J. Pineau, “A survey of available corpora for building data-driven dialogue systems,” *arXiv preprint arXiv:1512.05742*, 2015.
- [36] R. Carpenter, “Cleverbot (2018).”
- [37] J. Li, W. Monroe, T. Shi, S. Jean, A. Ritter, and D. Jurafsky, “Adversarial learning for neural dialogue generation,” *arXiv preprint arXiv:1701.06547*, 2017.
- [38] P. D. Tieger, B. Barron, and K. Tieger, *Do what you are: Discover the perfect career for you through the secrets of personality type*. Little, Brown Spark, 2014.
- [39] D. Keirse, *Please understand me II: Temperament, character, intelligence*. Prometheus Nemesis Book Company, 1998.
- [40] X. S. Delgado-Hernández, M. L. Morales-Rodríguez, N. Rangel-Valdez, L. Cruz-Reyes, and J. Castro-Rivera, “Development of conversational deliberative agents driven by personality via fuzzy outranking relations,” *International Journal of Fuzzy Systems*, Springer, pp. 1–15, 2020.
- [41] P. G. McAllister, “Speech acts: a synchronic perspective,” *Corpus pragmatics: A handbook*, pp. 29–51, 2015.

- [42] S. Barrett, F. Weimer, and J. Cosmas, “Virtual eye region: development of a realistic model to convey emotion,” *Heliyon, Elsevier*, vol. 5, no. 12, p. e02778, 2019.
- [43] K. Tatar, M. Prpa, and P. Pasquier, “Respire: virtual reality art with musical agent guided by respiratory interaction,” *Leonardo Music Journal, MIT Press*, vol. 29, pp. 19–24, 2019.
- [44] S. F. González Heredia, “Arquitectura sonora en espacios públicos abiertos en la ciudad de bogotá,” Ph.D. dissertation, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D. C., Colombia, 2019.
- [45] S. Jafarpour, C. J. Burges, and A. Ritter, “Filter, rank, and transfer the knowledge: Learning to chat,” *Advances in Ranking*, vol. 10, pp. 2329–9290, 2010.
- [46] A. Leuski and D. Traum, “Npceditor: Creating virtual human dialogue using information retrieval techniques,” *Ai Magazine*, vol. 32, no. 2, pp. 42–56, 2011.
- [47] S. Bernal, “Modelo multicriterio aplicado a la toma de decisiones representables en diagramas de ishikawa,” Ph.D. dissertation, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería, Bogotá D.C., Colombia, 2018.

Anexos



Grabación en ListNote

Hola maestro hola buenas tardes En qué te puedo servir serio extra Buenas tardes Tengo la duda en este problema seguro andas enamorado, y pones atención e clase Jeje, no maes como cree Quiero saber qué es Qué operación es la que voy a resolver primero para poder continuar pasiones es una es una ecuación ma de fracciones con multiplicación de fracciones con raíces cuadradas okay Para empezar cuál es tu primer duda para lo siguiente necesitas ley de orden sabes cuál es la ley de orden raíces multiplicación con exponentes y raíz entonces Aquí voy a sacar lo que es raíz de 9 y bajo igual todo el problema y ya en dónde me tengo la raíz pongo en lo que es el 3 Qué es la raíz cuadrada 9 Así es Correcto seguimos después con multiplicaciones y divisiones 5 puedo pasar que son 5 enteros a cuartos O solamente hago la división sobre 1 multiplicar directo por 5 o puedes también convertir la fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa este 20 420 5 cuartos si es correcto siguientes son sumas y restas y queda esa suma directa o sabes hacer la suma de fracciones indirectas Y si tienen diferente se multiplica cruzado o qué hay para hacer la suma o resta de fracciones necesita sacar el Común denominador para sacar el Común denominador puedes multiplicar directo o puede

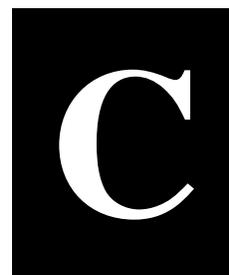
sacarlo a través de una tabla para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador Qué es 5 por 3 15 es el 4 por 2 Qué es 8 23 doceavos es correcto Trata de sacar el mínimo dentro de la fracción si tienes un número que pueda sacarle mitad si puede tanto el numerador como el denominador puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños se puede sacar será Pero sería 11 Ah no perdón no es cierto si no tiene mitad tercera cuarta tanto el de arriba como el de abajo se queda como está sobre todo si son números primos 10 días es nuevamente una operación de fracciones Pero esta vez es resta que sería la última para terminar cruzado que sería 12 por 1 23 por 1 es 23 23003 ya no se multiplica 12 Si es 36 y quedaría a Telerin 13 doceavos ya lo que la ecuación completa el resultado Okay correcto si no hay ya mitad o cuarta tercera se queda tal cómo ésta No sé si tengas alguna otra duda no no no Sí así es bueno entre gracias por su tiempo de nada.

Frases del diálogo

#	ACTOR	FRASES
1	Alum	Hola maestro
2	Mtro	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?
3	Alum	Buenas tardes, Tengo duda en un problema
4	Mtro	De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.
5	Alum	Jeje, no maestro como cree
6	Mtro	Qué tipo de operación es la que quieres a resolver?
7	Alum	Es una ecuación de fracciones con multiplicación de fracciones y raíces cuadradas
8	Mtro	Okay Para empezar cuál es tu primer duda
9	Alum	Donde empezar si el problema es $5(1/4)+(2/3)-9$
10	Mtro	Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?
11	Alum	Si, primero se resuelven las raíces y exponente, después multiplicación y divisiones y al final sumas y restas. Entonces aquí voy a sacar primero raíz de 9?

12	Mtro	Es Correcto, seguimos después con multiplicaciones y divisiones
13	Alum	Puedo pasar 5 enteros a cuartos O solamente hago la división sobre 1?
14	Mtro	Puedes multiplicar directo por 5 o puedes también convertirlo a fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa.
15	Alum	Da como resultado 5 cuartos?
16	Mtro	Si es correcto, lo siguiente son sumas y restas
17	Alum	Qué es primero, la suma o resta de fracciones?
18	Mtro	Es de igual nivel, puede ser cualquiera o las tres fracciones al mismo tiempo.
19	Alum	Para hacer la suma primero, que hago?
20	Mtro	Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.
21	Alum	Qué es 5 por 3 igual a 15 y es el 4 por 2 igual a 10. Multiplicando los denominadores resulta 23 doceavos
22	Mtro	Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.
23	Alum	Se puede sacar será Pero sería 11 Ah no perdón no es cierto
24	Mtro	Si no tiene mitad, tercera, cuarta, etc. tanto el de arriba como el de abajo, se queda como está, sobre todo si son números primos
25	Alum	Sigue nuevamente una operación de fracciones Pero esta vez es resta que sería la última para terminar
26	Mtro	Como la resolverías?
27	Alum	Sería 12 por 1 para el denominador y para el numerados es 23 por 1 es 23 y 12 por menos 3 es menos 36, quedaría a menos 13 doceavos como resultado.
28	Mtro	Correcto, si no hay ya mitad, tercera, cuarta, etc. se queda tal cómo ésta. No sé si tengas alguna otra duda?
29	Alum	No no no, Eso es todo, gracias por su tiempo.
30	Mtro	De nada.

Tabla 2.1: Frases extraídas de la grabación entre maestro y alumno.



Criterios por categoría para caracterizar

#/	CLASIFICACIÓN	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN
1	Acto Ilocutivo	Interactuar	Acción recíproca entre dos
2		Realimentar	Señal dentro de un sistema
3		Guiar	Indicar ruta a seguir
4		Fomentar	Promover algo
5		Corregir	Modificar comportamiento para seguir normas
6	Acto Perlocutivo	Saludar	Hacer reverencia
7		Informar	Dar informes
8		Tranquilizar	Serenar
9		Ordenar	Acomodar
10		Culpar	Acusar
11	Tipo de Actos de Habla	Directo	Se expresa directa la intención
12		Indirecto	La finalidad de la frase es distinta a la expresada

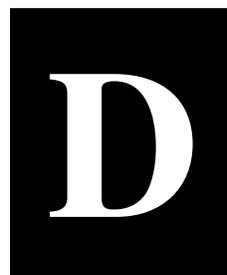
Anexo C. Criterios por categoría para caracterizar

13	Tipo de Ilocutivo	Expresivos	Hacer que el receptor haga algo
14		Asertivo	Expresar como son las cosas
15		Directivo	Se compromete hacer algo a futuro
16		Declarativo	Expresar sentimientos y actitudes
17		Compromisorio	Provocar un cambio al declarar
18	Fase	(A) Apertura	Se ponen de acuerdo en tipo de diálogo
19		(B) Confrontación	Planear el tema
20		(C) Argumentación	Contribuir a la consecución de propios fines
21		(D) Clausura	Objetivos del diálogo cumplidos
22	Fuerza Ilocutiva	Disculpa	Disculparse
23		Queja	Quejarse
24		Expresión sentim.	Expresar sentimientos
25		Actitudes	Actitud sobre algo
26		Afirmación	Afirmar
27		Declaración	Declarar
28		Explicación	Explicar
29		Informe	Informar
30		Sugerencia	Sugerir
31		Petición	Pedir
32		Pregunta	Preguntar
33		Orden	Ordenar
34		Mandato	Mandar
35		Bautizar	Bautizar
36		Inaugurar	Inaugurar
37		Nombrar	Nombrar
38		Despedir	Despedir
39		Promesa	Prometer
40		Juramento	Jurar
41		Ofrecimiento	Ofrecer
42	Amenaza	Amenazar	
43	Creencias	Descriptivas	Muestra el presente
44		Morales	Muestra lo bueno y malo
45	Metas	Dominio	Mejorar y aprender nuevas cosas
46		Desempeño	Mostrar habilidades
47		Evitación	Acabar pronto el trabajo
48	Idioma	Español	Español México
49		Ingles	Ingles USA

Anexo C. Criterios por categoría para caracterizar

50	Tipo de Diálogo	Cotidiano	Discursos o conferencias
51		Estructurado	Conversación espontánea
52		Agresivo	Comentarios vulgares
53	Personalidad	Diplomático	Intuitivos de pensamiento
54		Exploradores	Intuitivos de sentimientos
55		Análítico	Observante de juicio
56		Centinela	Observante de prospección
57	Emoción	Alegría	Estar feliz
3		Miedo	Estar con temor
59		Tristeza	Estar infeliz
60		Enojo	Estar molesto
61	Tema	Aritmética	Propiedades elementales de los números
62		Álgebra	Relativa a estructuras, relaciones y cantidades
63		Trigonometría	Estudia los ángulos, triángulos y su relación
64		Geometría	Se ocupa del espacio, los cuerpos y sus relaciones
65	Contexto	Social	Relativo a una sociedad
66		Histórico	Relacionado con la historia
67		Cultural	Concerniente a la cultura
68		Educativo	Propio de la educación
69	Actor	Alumno	Persona que estudia
70		Profesionista	Persona con licenciatura
71		Maestro	Persona que guía

Tabla 3.1: Descripción de criterios.



Caracterización del corpus

Autor	Frases	C1	C2	C3	C4	C5
Alumno	Hola maestro	1	0.66	0.33	0	0
Maestro	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	1	0.66	0.33	0	0
Alumno	Buenas tardes, Tengo duda en un problema	0	0	0	0	0
Maestro	De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.	0	0	0	0	0
Alumno	Jeje, no maestro como cree	0.66	0.66	1	0	0
Maestro	Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	0.66	0.66	1	0	0
Alumno	Es una ecuación de fracciones con multiplicación de fracciones y raíces cuadradas	0.66	0.33	1	0	0
Maestro	Okay Para empezar cuál es tu primer duda	0.66	0.33	1	0	0
Alumno	Donde empezar si el problema es $5(1/4)+(2/3)-9$	0.66	1	1	0.33	0
Maestro	Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?	0.66	1	1	0.33	0
Alumno	Si, primero se resuelven las raíces y exponente, después multiplicación y divisiones y al final sumas y restas. Entonces aquí voy a sacar primero raíz de 9?	0.33	1	1	0.33	0

*Se muestran únicamente los primeros 5 criterios.

Maestro	Es Correcto, seguimos después con multiplicaciones y divisiones	0.33	1	1	0.33	0
Alumno	Puedo pasar 5 enteros a cuartos O solamente hago la división sobre 1?	0.33	1	1	0	0.33
Maestro	Puedes multiplicar directo por 5 o puedes también convertirlo a fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa.	0.33	1	1	0	0.33
Alumno	Da como resultado 5 cuartos?	0.33	1	1	0.33	0
Maestro	Si es correcto, lo siguiente son sumas y restas	0.33	1	1	0.33	0
Alumno	Qué es primero, la suma o resta de fracciones?	0	1	1	0.33	0.33
Maestro	Es de igual nivel, puede ser cualquiera o las tres fracciones al mismo tiempo.	0	1	1	0.33	0.33
Alumno	Para hacer la suma primero, que hago?	0	1	1	0.33	0.33
Maestro	Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.	0	1	1	0.33	0.33
Alumno	Qué es 5 por 3 igual a 15 y es el 4 por 2 igual a 10. Multiplicando los denominadores resulta 23 doceavos	0.33	1	1	0.33	0
Maestro	Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.	0.33	1	1	0.33	0
Alumno	Se puede sacar será Pero sería 11 Ah no perdón no es cierto	0	1	1	0.33	0.33
Maestro	Si no tiene mitad, tercera, cuarta, etc. tanto el de arriba como el de abajo, se queda como está, sobre todo si son números primos	0	1	1	0.33	0.33
Alumno	Sigue nuevamente una operación de fracciones Pero esta vez es resta que sería la última para terminar	0.66	0.66	1	0.33	0
Maestro	Como la resolverías?	0.66	0.66	1	0.33	0
Alumno	Sería 12 por 1 para el denominador y para el numerados es 23 por 1 es 23 y 12 por menos 3 es menos 36, quedaría a menos 13 doceavos como resultado.	0.66	1	1	0.33	0
Maestro	Correcto, si no hay ya mitad, tercera, cuarta, etc. se queda tal como ésta. No sé si tengas alguna otra duda?	0.66	1	1	0.33	0
Alumno	No no no, Eso es todo, gracias por su tiempo.	0.66	0.33	0	0	0
Maestro	De nada.	0.66	0.33	0	0	0

Tabla 4.1: Caracterización del corpus mostrando solo 5 de 71 criterios.



Forma de aplicar incremento por criterio

#	CRITERIO	ESTRICTO	FLEXIBLE	APLICACIÓN
		INTROVERTIDO SENSORIAL RACIONAL PLANIFICADOR	EXTROVERTIDO INTUITIVO EMOCIONAL EXPONTANEO	
1	Acto Ilocutivo Interactuar		X	DESCENDENTE
2	Acto Ilocutivo Realimentar		X	DESCENDENTE
3	Acto Ilocutivo Guiar		X	DESCENDENTE
4	Acto Ilocutivo Fomentar		X	DESCENDENTE
5	Acto Ilocutivo Corregir	X		ASCENDENTE
6	Act. Perloc. Saludar		X	DESCENDENTE
7	Act. Perloc. Informar		X	DESCENDENTE
8	Act. Perloc. Tranquilizar		X	DESCENDENTE

Anexo E. Forma de aplicar incremento por criterio

9	Act. Perloc. Ordenar	X		ASCENDENTE
10	Act. Perloc. Culpar	X		ASCENDENTE
11	TAH Directo	X		ASCENDENTE
12	TAH Indirecto		X	DESCENDENTE
13	TI Expresivos		X	DESCENDENTE
14	TI Asertivo	X		ASCENDENTE
15	TI Directivo	X		ASCENDENTE
16	TI Declarativo	X		ASCENDENTE
17	TI Compromisorio		X	DESCENDENTE
18	Fase (A) Apertura	NO MODIFICABLE		
19	Fase (B) Confrontación	NO MODIFICABLE		
20	Fase (C) Argumentación	NO MODIFICABLE		
21	Fase (D) Clausura	NO MODIFICABLE		
22	FI Disculpa		X	DESCENDENTE
23	FI Queja		X	DESCENDENTE
24	FI Expresión sentim.		X	DESCENDENTE
25	FI Actitudes		X	DESCENDENTE
26	FI Afirmación	X		ASCENDENTE
27	FI Declaración	X		ASCENDENTE
28	FI Explicación	X		ASCENDENTE
29	FI Informe	X		ASCENDENTE
30	FI Sugerencia	X		ASCENDENTE
31	FI Petición	X		ASCENDENTE
32	FI Pregunta	X		ASCENDENTE
33	FI Orden	X		ASCENDENTE
34	FI Mandato	X		ASCENDENTE
35	FI Bautizar	X		ASCENDENTE
36	FI Inaugurar	X		ASCENDENTE
37	FI Nombrar	X		ASCENDENTE
38	FI Despedir	X		ASCENDENTE
39	FI Promesa		X	DESCENDENTE
40	FI Juramento		X	DESCENDENTE
41	FI Ofrecimiento		X	DESCENDENTE
42	FI Amenaza		X	DESCENDENTE
43	Creencias Descriptivas	X		ASCENDENTE
44	Creencias Morales		X	DESCENDENTE
45	Metas Dominio	X		ASCENDENTE
46	Metas Desempeño		X	DESCENDENTE
47	Metas Evitación	X		ASCENDENTE
48	Idioma Español	NO MODIFICABLE		
49	Idioma Ingles	NO MODIFICABLE		
50	TD Cotidiano		X	DESCENDENTE

Anexo E. Forma de aplicar incremento por criterio

51	TD Estructurado	X		ASCENDENTE
52	TD Agresivo	X		ASCENDENTE
53	Personalidad Diplomático		X	DESCENDENTE
54	Personalidad Exploradores		X	DESCENDENTE
55	Personalidad Analítico	X		ASCENDENTE
56	Personalidad Centinela	X		ASCENDENTE
57	Emoción Alegría		X	DESCENDENTE
58	Emoción Miedo	X		ASCENDENTE
59	Emoción Tristeza		X	DESCENDENTE
60	Emoción Enojo	X		ASCENDENTE
61	Tema Aritmética	NO MODIFICABLE		
62	Tema Álgebra	NO MODIFICABLE		
63	Tema Trigonometría	NO MODIFICABLE		
64	Tema Geometría	NO MODIFICABLE		
65	Contexto Social	NO MODIFICABLE		
66	Contexto Histórico	NO MODIFICABLE		
67	Contexto Cultural	NO MODIFICABLE		
68	Contexto Educativo	NO MODIFICABLE		
69	Actor Alumno	NO MODIFICABLE		
70	Actor Profesionalista	NO MODIFICABLE		
71	Actor Maestro	NO MODIFICABLE		

Tabla 5.1: Forma de aplicar el incremento por criterio.

Usuario: Puedo pasar 5 enteros a cuartos O solamente hago la división sobre 1?

Agente: Puedes multiplicar directo por 5 o puedes también convertirlo a fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa.

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6630552546045498, 0.0, 0.6825568797399777, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Da como resultado 5 cuartos?

Agente: Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Qué es primero, la suma o resta de fracciones?

Agente: Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6825568797399777, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Para hacer la suma primero, que hago?

Agente: Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6262188515709638, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6170097508125673, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Qué es 5 por 3 igual a 15 y es el 4 por 2 igual a 10. Multiplicando los denominadores resulta 23 doceavos

Agente: Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6262188515709638, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6262188515709638, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Se puede sacar será Pero sería 11 Ah no perdón no es cierto

Agente: Es de igual nivel, puede ser cualquiera o las tres fracciones al mismo tiempo.

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.6825568797399777, 0.0, 0.6825568797399777, 0.0, 0.6825568797399777, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.6825568797399777, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Sigue nuevamente una operación de fracciones Pero esta vez es resta que sería la última para terminar

Agente: Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?

[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]

Usuario: Sería 12 por 1 para el denominador y para el numerados es 23 por 1 es 23 y 12 por menos 3 es menos 36, quedaría a menos 13 doceavos como resultado.

Agente: Correcto, si no hay ya mitad, tercera, cuarta, etc. se queda tal como ésta. No sé si tengas alguna otra duda?

[0.0, 0.9999999999999991, 0.0, 0.0, 0.0]



Distancias euclidianas

ANÁLISIS DE DIÁLOGOS		Distancia Euclidiana
Hola maestro		
DE	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	0
DG	Hola buenas tardes, ¿En qué te puedo servir?	
Buenas tardes, Tengo duda en un problema		
DE	De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.	0
DG	De seguro andas enamorado, y no pones atención en clase.	
Jeje, no maestro como cree		
DE	Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	0
DG	Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	
Es una ecuación de fracciones con multiplicación de fracciones y raíces cuadradas		
DE	Okay Para empezar cuál es tu primer duda	0.466690476
DG	Qué tipo de operación es la que quieres resolver?	
Donde empezar si el problema es $5(1/4)+(2/3)-9$		
DE	Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?	0
DG	Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?	

*DG: Distancia Generada *DE:Distancia Esperada

Si, primero se resuelven las raíces y exponente, después multiplicación y divisiones y al final sumas y restas. Entonces aquí voy a sacar primero raíz de 9?		
DE	Es Correcto, seguimos después con multiplicaciones y divisiones	0.577408001
DG	Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.	
Puedo pasar 5 enteros a cuartos O solamente hago la división sobre 1?		
DE	Puedes multiplicar directo por 5 o puedes también convertirlo a fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa.	0
DG	Puedes multiplicar directo por 5 o puedes también convertirlo a fracción y Hacer la multiplicación de fracción que es directa.	
Da como resultado 5 cuartos?		
DE	Si es correcto, lo siguiente son sumas y restas	0.577408001
DG	Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.	
Qué es primero, la suma o resta de fracciones?		
DE	Es de igual nivel, puede ser cualquiera o las tres fracciones al mismo tiempo.	0.670074623
DG	Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.	
Para hacer la suma primero, que hago?		
DE	Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.	0
DG	Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.	
Qué es 5 por 3 igual a 15 y es el 4 por 2 igual a 10. Multiplicando los denominadores resulta 23 doceavos		
DE	Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.	0
DG	Es correcto Trata de sacar la mínima expresión dentro de la fracción. Si puede dividirse entre el mismo número tanto el numerador como el denominador, puedes disminuirlo para utilizar números más pequeños.	
Se puede sacar será Pero sería 11 Ah no perdón no es cierto		
DE	Si no tiene mitad, tercera, cuarta, etc. tanto el de arriba como el de abajo, se queda como está, sobre todo si son números primos	1.00339424
DG	Necesitas sacar el Común denominador, para sacar el Común denominador hacerlo directo o puede sacarlo a través de una tabla. para multiplicar directo solamente utilizas los denominadores de las dos fracciones que tienes y posteriormente multiplica cruzado para sacar el numerador.	

Sigue nuevamente una operación de fracciones Pero esta vez es resta que sería la última para terminar		
DE	Como la resolverías?	2.078509081
DG	Para lo siguiente necesitas ley de orden, sabes cuál es la ley de orden?	
Sería 12 por 1 para el denominador y para el numerados es 23 por 1 es 23 y 12 por menos 3 es menos 36, quedaría a menos 13 doceavos como resultado.		
DE	Correcto, si no hay ya mitad, tercera, cuarta, etc. se queda tal como ésta. No sé si tengas alguna otra duda?	0
DG	Correcto, si no hay ya mitad, tercera, cuarta, etc. se queda tal como ésta. No sé si tengas alguna otra duda?	
No no no, Eso es todo, gracias por su tiempo.		
DE	De nada.	0
DG	De nada.	

Tabla 7.1: Distancias euclidianas entre DE vs DG.