

AUTORIZACIÓN DE USO DE DERECHOS DE AUTOR OTORGADO POR

I.S.C. JOSÉ ÁNGEL VILLARREAL HERNÁNDEZ, mayor de edad, con domicilio ubicado en Calle Pachuca 1500 A, Col. Vicente Guerrero, Cd. Madero, Tamaulipas, en mi calidad de titular y autor de la tesis denominada DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE NEGOCIACIÓN PARA AGENTES DE SOFTWARE INTELIGENTES INFLUENCIADOS POR SU EMOCIÓN Y PERSONALIDAD quien para todos los fines del presente documento se denominará **EL AUTOR Y/O TITULAR**, suscribo el presente documento de autorización de uso de derechos patrimoniales de autor a favor del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero el cual se registrará por cláusulas siguientes:

PRIMERA – AUTORIZACIÓN: **EL AUTOR Y/O TITULAR**, mediante el presente documento autoriza la utilización de los derechos patrimoniales de autor al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, de la tesis denominada DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE NEGOCIACIÓN PARA AGENTES DE SOFTWARE INTELIGENTES INFLUENCIADOS POR SU EMOCIÓN Y PERSONALIDAD, a través del Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México (en lo sucesivo TecNM) y en el Repositorio Nacional, que puede ser consultado en la liga electrónica: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

SEGUNDA - OBJETO: Por medio del presente escrito, **EL AUTOR Y/O TITULAR** Autoriza al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, a través del Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México (en lo sucesivo TecNM) y en el Repositorio Nacional para que de conformidad con la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial, use los derechos del documento antes referido, con fines exclusivamente académicos.

TERCERA - TERRITORIO: Los derechos aquí Autorizados se dan sin limitación geográfica o territorial alguna.

CUARTA – ALCANCE: La presente autorización se da tanto para formato o soporte material, y se extiende a la utilización en medio óptico, magnético, electrónico, en red, mensajes de datos o similar conocido o por conocer, del ejemplar o número respectivo de la publicación.

QUINTA – EXCLUSIVIDAD: La autorización de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. Por lo tanto **EL AUTOR Y/O TITULAR** en su carácter de autor de la obra objeto del presente documento se reserva el derecho de publicar directamente, u otorgar a cualquier tercero, autorizaciones de uso similares o en los mismos términos aquí acordados.

SEXTA - DERECHOS MORALES (Créditos y mención): La Autorización de los derechos antes mencionados no implica la cesión de los derechos morales sobre los mismos por cuanto en conformidad con lo establecido en los artículos 18, 19, 20, 21, 22 y 23 de la Ley Federal de Derechos de Autor, dada la cuenta que estos derechos son inalienables, imprescriptibles, irrenunciables e inembargables. Por lo tanto, los mencionados derechos seguirán radicados en cabeza de **EL AUTOR Y/O TITULAR**, y siempre deberá mencionarse su nombre cuando se utilice la obra.

SÉPTIMA - AUTORIA: **EL AUTOR Y/O TITULAR**, declara y ratifica que el material objeto de la presente y fue realizada por él (o ella) sin violar o usurpar derechos de Propiedad Intelectual de terceros.

Ciudad Madero, Tamps. a 3 días del mes de Diciembre de 2019.

Autor de la Tesis

I.S.C. José Ángel Villarreal Hernández

Asesor de la Tesis

Dra. María Lucila Morales Rodríguez



04 DIC 2019

RECIBIDO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN



TESIS

**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE NEGOCIACIÓN PARA AGENTES DE
SOFTWARE INTELIGENTES INFLUENCIADOS POR SU EMOCIÓN Y
PERSONALIDAD**

Que para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias de la Computación

Presenta
Ing. José Ángel Villarreal Hernández
G10071371

Director de Tesis
Dra. María Lucila Morales Rodríguez

Co-Director de Tesis
Dra. Claudia Gómez Santillán



Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
División de Estudios de Posgrado e Investigación

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

Cd. Madero, Tamps., a **16 de Octubre de 2019**

OFICIO No.: U5.238/19
ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS

C. JOSÉ ÁNGEL VILLARREAL HERNÁNDEZ
NO. DE CONTROL G10071371
P R E S E N T E

Me es grato comunicarle que después de la revisión realizada por el Jurado designado para su examen de grado de Maestría en Ciencias de la Computación, el cual está integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE :	NELSON RANGEL VALDEZ
SECRETARIO :	HÉCTOR JOAQUIN FRAIRE HUACUJA
VOCAL :	MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
SUPLENTE :	CLAUDIA GUADALUPE GÓMEZ SANTILLÁN
 DIRECTOR DE TESIS :	 MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ

Se acordó autorizar la impresión de su tesis titulada:

"DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE NEGOCIACIÓN PARA AGENTES DE SOFTWARE INTELIGENTES INFLUENCIADOS POR SU EMOCIÓN Y PERSONALIDAD"

Es muy satisfactorio para esta División compartir con Usted el logro de esta meta, esperando 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"®*

JOSÉ AARÓN MELO BANDA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p.- Archivo
Minuta

JAMB 'CGGS´jar



Resumen

El proceso de razonamiento común que dirige a los agentes inteligentes al rechazo o aceptación de acuerdos es la negociación. Este acuerdo puede tratarse de una serie de condiciones y compromisos aceptados por las partes involucradas que pueden referirse a un plan de acción futuro, a un intercambio de artículos o asignación de tareas y roles. En este trabajo se busca crear un agente negociador que manifieste reacciones realistas producto de formar relaciones afectivas que reflejen en sus interacciones las características de su personalidad y su estado emocional. El agente negociador debe resolver como cumplir sus objetivos considerando que hay agentes que pueden o no hacer aporte a ellos e incluso ser contrarios. Como solución a esta situación se propone dar al agente la capacidad de integrar en su razonamiento las impresiones que se forma del segundo agente. La propuesta de este trabajo es la construcción de una arquitectura para agentes de software inteligentes basada en un modelo de comportamiento que incluya personalidad y emociones para generar estrategias de negociación. Estas emociones serían causadas por las experiencias que se tienen con otro agente, es decir un agente causal. El comportamiento sería expresado mediante la generación de ofertas, votos y diálogos entre agentes, la manera en que el agente se dirige con estas acciones durante la negociación es su estrategia. Es decir, las variaciones en el comportamiento del agente son los movimientos estratégicos. Se diseñó el razonamiento del agente basándose en el esquema BDI y un Modelo de influencias de las emociones y personalidad enfocado a las interacciones de negociación. El razonamiento del agente negociador se dividió en tres etapas (interpretación, estrategia y acción) con tareas específicas, todas ellas usan características específicas del perfil de personalidad y del estado emocional.

A la implementación de este agente le llamamos Agente Negociador Afectivo (ANA) y al modelo de comportamiento es la Arquitectura para la Integración de Personalidad y Emociones en la Negociación (AIPEN). Cada agente ANA cuenta con un perfil de personalidad de origen humano que tiene la función de dirigir el plan de acción que usará el agente dándole una tendencia de comportamiento, yendo desde un plan de negociación agresivo hasta uno colaborativo; este plan de acción se compone de una estrategia de negociación y un tipo de diálogo. Las acciones de oferta y votación de los agentes ANA estarían acompañadas de un diálogo que varía según el perfil de personalidad y el estado emocional del agente, sirviendo como medio de expresión para compartir información como las creencias y preferencias. En el razonamiento del agente la etapa de *interpretación* analiza estas acciones. Durante la etapa de *estrategia* el agente genera distintas pautas de comportamiento según el perfil de personalidad y el estado emocional, tratando con distinto nivel de cooperación a los agentes con los que tiene mejores o peores relaciones. Finalmente, en la etapa de *acción* se realizan los cálculos necesarios para formular ofertas, votos y diálogos concretos.

Las experimentaciones se dividen en dos tipos, el primero compara humano a máquina con el objetivo de notar si el comportamiento del ANA es similar al observado en los negociadores humanos. El segundo compara máquina a máquina para localizar las combinaciones de personalidades que producen negociaciones de mejor desempeño. Los resultados de las experimentaciones muestran consistentemente comportamientos asociados a los perfiles de personalidad simulados en cuanto a la navegación por el espacio de soluciones y el uso de diálogos en las interacciones. Además, se compara el desempeño obtenido en las experimentaciones con los agentes ganadores de los primeros lugares del concurso ANAC del 2017, nuestro agente los superó en utilidad social e individual mientras que fue superado en tiempos de ejecución.

Índice

1. Introducción.....	6
1.1 Objetivos.....	6
1.2 Justificación.....	7
1.3 Alcances y limitaciones.....	8
2. Marco teórico.....	10
2.1 Agentes y Sistemas Multiagentes.....	10
2.1.1 Agentes.....	10
2.1.2 Sistemas multiagentes.....	15
2.1.3 Estructuras sociales y Negociación en Sistemas Multiagentes.....	21
2.2 Emociones y personalidad.....	26
2.2.1 Emociones.....	26
2.2.2 Personalidad.....	32
2.3 Negociación automática.....	34
2.3.1 Enfoques de técnicas de negociación entre agentes.....	35
2.3.2 Protocolo de ofertas múltiples alternadas.....	36
3. Estado del arte en agentes negociadores.....	38
3.1 Distintos aspectos de la negociación automática.....	38
3.2 Software para investigación.....	39
3.3 Trabajos relacionados.....	40
3.3.1 Agente con creencias, deseos e intenciones.....	41
3.3.2 Agente con personalidad.....	41
3.3.3 Procesamiento emocional de objetivos.....	41
3.3.4 Estado emocional guiado por la personalidad.....	43
4. Diseño del agente negociador afectivo.....	45
4.1 Arquitectura para la Integración de Personalidad y Emociones en la Negociación.....	45
4.2 Algoritmo general de la implementación.....	53
4.3 Evaluación cognitiva del ANA.....	58
4.4 Mapeo de tipos de personalidad MBTI.....	64
4.5 Implementación del perfil de personalidad.....	66
4.6 Rumbo de acción del ANA.....	75
4.7 Heurística de votación y oferta.....	77
4.8 Formulación de diálogos.....	79
5. Experimentación y resultados.....	83
5.1 Diseño experimental.....	83
5.2 Especificaciones del entorno experimental.....	84
5.3 Análisis de resultados.....	86
5.3.1 Desempeños obtenidos.....	87
5.3.2 Comportamiento en el espacio de soluciones.....	92
5.3.3 Uso de diálogos por el ANA.....	98
6. Conclusiones y trabajos futuros.....	100
6.1 Conclusiones.....	100
6.2 Trabajos futuros.....	101
7. Bibliografía.....	102
8. Anexos.....	105
8.1 Los tipos de personalidad del MBTI.....	105
8.2 Herramientas de formalización de interacciones.....	108
8.3 Protocolo de ofertas múltiples alternadas dialogadas.....	111
8.4 Acciones y juego de diálogos para el ANA.....	116
8.5 Perfiles de preferencia empleados.....	119

Índice de figuras

Figura 1: Relación de las áreas de estudio.....	8
Figura 2: El agente interactúa con el ambiente mediante sensores y actuadores (Traducción de [4]).	10
Figura 3: Arquitectura de subsunción de un agente reactivo (Rodney Brooks).....	13
Figura 4: Arquitectura de un agente deliberativo (por Iglesias).....	14
Figura 5: Mapa conceptual Sistemas Multiagentes y Negociación.....	16
Figura 6: Historia de los modelos computacionales de la emoción [20].....	28
Figura 7: Modelo emocional OCC [24].....	31
Figura 8: Relación del espacio de soluciones en negociación bilateral.....	35
Figura 9: Dinámica del Protocolo de ofertas múltiples alternadas.....	37
Figura 10: Formulas desirability y likelihood de [42].....	42
Figura 11: Formula para intensidad para emociones internas de [42].....	43
Figura 12: Formula para intensidad para emociones externas de [42].....	43
Figura 13: Modelo emocional circunflejo, de [44].....	44
Figura 14: Diagrama general de la AIPEN.....	45
Figura 15: Diagrama del primer detalle de la AIPEN.....	46
Figura 16: Negociación en AIPEN parte 1.....	48
Figura 17: Negociación en AIPEN parte 2.....	49
Figura 18: Negociación en AIPEN parte 3 (final).....	49
Figura 19: AIPEN en la propuesta de arquitectura de agente negociador.....	50
Figura 20: Versión algorítmica de la AIPEN aplicada a la negociación.....	51
Figura 21: Arquitectura del agente negociador comentada y señalización BDI.....	52
Figura 22: Algoritmo general del razonamiento de negociación.....	53
Figura 23: Flujo de datos de la implementación ANA.....	55
Figura 24: Gráfica de canales de la implementación ANA.....	58
Figura 25: Estructura de datos del Agente Negociador Afectivo.....	58
Figura 26: Estructura de datos de la clase Experiencia.....	59
Figura 27: Algoritmo evaluador de Novedad.....	59
Figura 28: Obtención del valor de contexto para el cumplimiento de Objetivos.....	60
Figura 29: Algoritmo para evaluación del Agrado de una acción.....	63
Figura 30: Actualizar estado emocional del ANA.....	64
Figura 31: Mapa de cuadrantes de las personalidades.....	65
Figura 32: Estructura de datos de la clase AfectiBD.....	67
Figura 33: Clasificador de tipos de personalidad.....	67
Figura 34: Cálculo de la Severidad.....	69
Figura 35: Gráfica de canales de la implementación ANA incluyendo AfectiBD.....	70
Figura 36: Evaluar si un agente es Amistoso o no.....	71
Figura 37: Inferencias del perfil de personalidad.....	72
Figura 38: Elegir estilo de diálogo según la emoción.....	74
Figura 39: Definición de los parámetros de negociación.....	75
Figura 40: Obtener el estilo de estrategia de oferta.....	76
Figura 41: Obtener el estilo de estrategia de aceptación.....	76
Figura 42: Cómo formula una oferta el agente negociador afectivo.....	78
Figura 43: Restricciones al formular una oferta.....	79
Figura 44: Exigencia obtenida del rumbo de acción.....	79
Figura 45: Elegir un tipo de diálogo.....	80
Figura 46: Adaptando diálogos: mas suaves o mas duros.....	80
Figura 47: Formular un diálogo acerca de las preferencias de negociación.....	81

Figura 48: Formular un diálogo opinando sobre una acción.....	82
Figura 49: Formular un diálogo acerca de una percepción emocional.....	82
Figura 50: Ejemplo de negociación con distancia a Pareto cero.....	91
Figura 51: Ejemplo de negociación con distancia a Pareto mayor y a punto Nash menor.....	91
Figura 52: Gráfico de la negociación número 24 del experimento 2.2.....	93
Figura 53: Gráfico de la negociación número 30 del experimento 2.2.....	94
Figura 54: Gráfico de la negociación número 30 del experimento 2.3.....	95
Figura 55: Gráfico de la negociación número 12 del experimento 2.4.....	95
Figura 56: Gráfico de la negociación número 12 del experimento 2.6.....	97
Figura 57: Gráfico de la negociación número 2 del experimento 3.2.....	97
Figura 58: Gráfico de la negociación número 23 del experimento 3.3.....	98
Figura 59: Diagrama de secuencia AUML y su notación textual (de [48]).....	108
Figura 60: Elementos estructurales de los diagramas de actividad UML (de [51]).....	109
Figura 61: Protocolo Multilateral en ANML (de [53]).....	110
Figura 62: Protocolo Multilateral gráfica de estados (de [52]).....	110
Figura 63: Protocolo de ofertas múltiples alternadas en ANML.....	112
Figura 64: Protocolo de ofertas múltiples alternadas, Diagrama de secuencia en AUML.....	113
Figura 65: Protocolo de ofertas múltiples alternadas, Diagrama de actividad UML.....	114
Figura 66: Estructura de clases de diálogos.....	116
Figura 67: Enum type empleados en la clase Dialogo.....	117
Figura 68: Acciones con diálogos agregados.....	118

1. Introducción

La negociación es una actividad central en la sociedad humana, aunque es común pensar que el proceso de negociación sólo se realiza para lograr acuerdos de compra, acuerdos laborales o acuerdos en política, también lo usamos en situaciones diarias sin prestar mucha atención a la clase de actividad estamos desarrollando. Estas situaciones pueden ser tan frecuentes y ordinarias como una salida con amigos. Continuando con este ejemplo, primeramente, el grupo debe acordar la fecha para la reunión, también pueden decidir si dar un paseo en el parque o ir al cine. Si se presta atención, encontramos una segunda situación de negociación en la ubicación, donde seguramente para tomar una decisión se revisarán las películas disponibles en cartelera y su horario. Hacia el final de la tarde puede que tengan hambre generando una nueva situación de negociación ¿Irán a un restaurante o a casa de uno de sus amigos para encargarse de la comida a domicilio? ¿Ordenarán pizza, pollo, comida china...?

Como se puede apreciar en el ejemplo, la negociación permite a un grupo de individuos con distintos intereses encontrar soluciones realistas y satisfactorias. La negociación es un proceso que trata de lograr un acuerdo, y este acuerdo puede ser la solución a situaciones en que es necesario alcanzar tratos comerciales, resolver conflictos o para formar alianzas [1]. Para la temática que nos ocupa, los negociadores son agentes inteligentes y para dotarles de esta capacidad debemos dirigirnos al campo de la negociación automática. Este campo está dedicado a la investigación y estudio de las mecánicas y estrategias de negociación, resultando en procedimientos computables usados para la obtención de acuerdos.

A grandes rasgos, este proyecto trata sobre la formalización de las influencias que tienen la personalidad y emociones en las interacciones que ocurren en el proceso de negociación de los agentes creíbles.

1.1 Objetivos

Objetivos generales

Diseñar e implementar el modelo generador de estrategias guiado por emociones y personalidad para las interacciones de negociación entre Agentes Virtuales Inteligentes con el rol de tomador de decisiones.

Objetivos específicos

1. Identificar características de AVIs negociadores en Sistemas Multiagentes.
2. Modelar el proceso de negociación alrededor de movimientos estratégicos guiados por el estado emocional y perfil de personalidad del AVI.
3. Proponer arquitectura integradora entre el modelo de comportamiento del AVI y el modelo del proceso de negociación.
4. Desarrollar prototipos que ejemplifiquen el modelo y el desenvolvimiento de las estrategias.

1.2 Justificación

La construcción de agentes creíbles es una tarea que puede tornarse multidisciplinaria y compleja. Se requiere abarcar conceptos de psicología que para los seres humanos pueden ser intuitivos y discernibles incluso sin estudios formales, simular comportamientos “naturales” en situaciones y contextos. Si bien la apariencia es un factor (especialmente si va acompañada de una comunicación no verbal bien diseñada) poco puede aportar a la credibilidad si esta, la situación y el conocimiento que se tiene del personaje causan disonancia en el espectador. Es decir, como seres sociales tenemos experiencias que nos hacen estimar cierta consistencia en las interacciones que se producen con un determinado individuo. Entonces podemos discernir personalidad y estados emocionales por hechos observables, la actitud; y podemos calcular una futura actitud ponderando los factores externos y como cambian el estado emocional.

Así los procesos afectivos correctamente modelados deberían satisfacer al observador en ambos sentidos logrando afectar su relación con el ente con el que esta interactuando. Y cuando hablamos de la aplicación de juegos serios, ese es precisamente el objetivo buscado: lograr interacciones que permitan al usuario explotar sus propias capacidades afectivas en beneficio de sus resultados. Un agente con el comportamiento adecuado puede desempeñar roles de motivación como instructor deportivo o académico.

Por otro lado, una de las interacciones más útiles en comunidades de agentes es la negociación ya que permite resolver conflictos, crear alianzas estratégicas y colocar bienes y tareas. Modificar esta interacción mediante un modelo de comportamiento que involucra personalidad y emociones puede llevar a resoluciones más ágiles [2] con la misma medida de beneficio. Si se suman los componentes, las afectaciones del proceso de negociación por parte de las emociones y la personalidad tienen aplicaciones en simuladores de comportamientos sociales, software de entrenamiento, asistentes personales e incluso fines de entretenimiento.

Los beneficios previstos son los siguientes:

- Emular a un grupo de negociantes con características individuales que les identifican.
- Aportación al área de simulación de sociedades a través de agentes inteligentes sociales y creíbles.
- Brindar una sensación de inmersión al interactuar con los agentes inteligentes.

Para la realización de los objetivos necesitamos primero situarnos en el área de conocimiento adecuada. A continuación la Figura 1 ilustra un diagrama que muestran las áreas de estudio que se revisan en el Marco teórico, el cual está dirigido a revisar temas relacionados con los Sistemas Multiagentes:

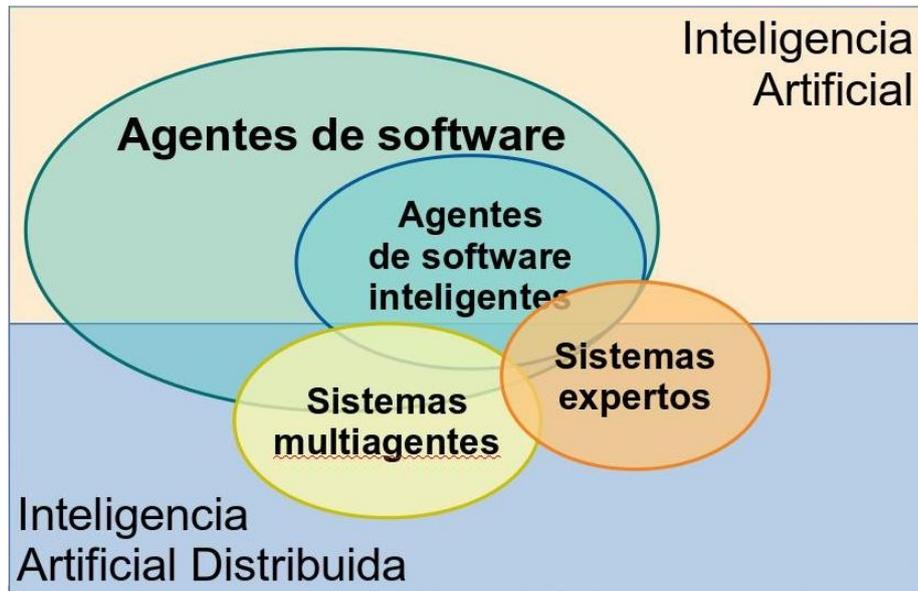


Figura 1: Relación de las áreas de estudio.

Desde arriba hacia abajo: los agentes de software son producto de la Inteligencia Artificial, mientras que su comportamiento en colectivo se estudia en los Sistemas Multiagente que es parte de la Inteligencia Artificial Distribuida. Algunos Sistemas Multiagente están formados por agentes de software inteligentes. Algunos sistemas expertos son Sistemas Multiagente.

1.3 Alcances y limitaciones

En esta sección se tomará en cuenta los recursos humanos y materiales con los que se cuenta para la realización del proyecto y se plasma en términos generales lo que debe quedar como producto de este proyecto y lo que no.

Alcances

- Quedaran formalizados los modelos producto de este proyecto.
- Se producirán implementaciones de software para la experimentación.
- Los modelos y prototipos producidos quedaran documentados para su análisis.
- Los modelos de la personalidad se basarán en los modelos de la literatura como el FFM y MBTI.
- Las emociones se basarán en los modelos de literatura como el de Morales en [3].
- La arquitectura del AVI será BDI (Beliefs, Desires, Intentions), ya que da al agente la capacidad de tomar decisiones enfocadas a sus objetivos.
- Para las experimentaciones se planea colocar a los agentes en un entorno diseñado para propiciar las interacciones de negociaciones.
- Se analizarán las experimentaciones tanto en el aspecto del comportamiento como en el de la optimización.

Limitaciones

- En cuanto al tipo de las negociaciones, se busca reducir la variedad de tipo y técnicas manteniendo la utilidad.

- Se privilegiará la reutilización de software en cada fase de desarrollo con el fin de ahorrar horas de trabajo.
- Se utilizarán entornos de trabajo que simplifiquen la producción de agentes de software deliberativos.
- Para las experimentaciones se busca que el entorno permita no mucho más que las interacciones de negociación.
- Se buscará que sea posible acoplar las herramientas empleadas con mínimo esfuerzo.

2. Marco teórico

Se presenta una revisión de la literatura relacionada a la generación y caracterización de agentes de software inteligentes, teorías psicológicas de las emociones y la personalidad y como se han llevado al campo de la computación, y finalmente tratamos el tema de la negociación automática con contenido enfocado al paradigma de agentes.

2.1 Agentes y Sistemas Multiagentes

Esta sección del documento recopila tópicos relacionados con agentes de software. Se parte con la definición de agente, las características generales de los agentes autónomos, después nos ubicamos en el contexto de agentes de software y se habla sobre distintas arquitecturas propuestas por los investigadores. Lo siguiente trata las áreas de los sistemas expertos, agentes inteligentes y la inteligencia artificial distribuida, su concepción y desarrollo, dirigidas a la temática de los sistemas multiagentes con el fin de presentar teoría y conceptos necesarios para llevar a término el proyecto que plantea este documento.

2.1.1 Agentes

Lo que es un Agente.

Norving en [4] nos brinda una definición sencilla y practica de lo que es un Agente en un sentido amplio: “Un agente es aquello que puede ser visto como perceptor de su ambiente mediante sensores y actúa en ese ambiente mediante actuadores”. La Figura 2 describe la relación entre agente y ambiente.

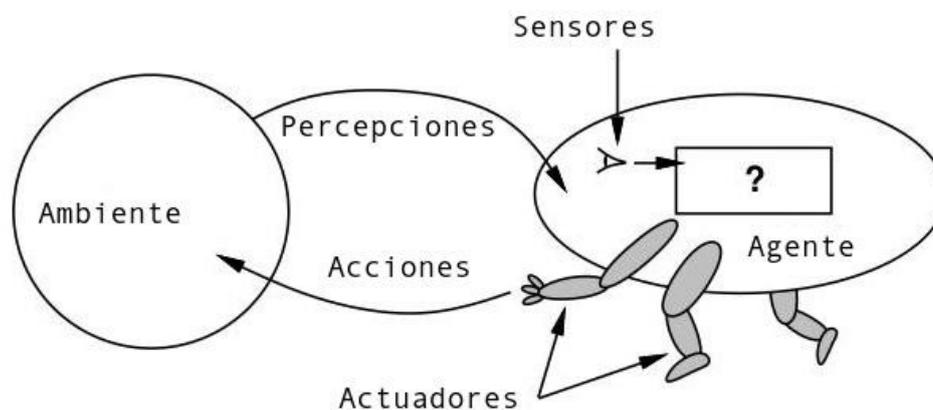


Figura 2: El agente interactúa con el ambiente mediante sensores y actuadores (Traducción de [4]).

Agentes autónomos

Lograr una definición nuclear adecuada puede ser una tarea difícil debido a la amplia cantidad de áreas de aplicación que tienen los **agentes autónomos** (en adelante AA.AA.), donde cada área aporta atributos que pueden o no ser necesarios para otras áreas. En conjunto, las ideas de quienes

trabajan con AA.AA. [5] contienen los elementos suficientes para formar una sola idea o concepto base, comprensible y que se puede extender:

“Un agente autónomo es un ente que dentro de un ambiente al que es capaz percibir. El agente actúa por sí mismo en concordancia cronológica con este ambiente para perseguir sus objetivos, afectando el ambiente y con ello lo que percibirá en el futuro.”[5]

Una definición como esta, tal como nos indican S. Franklin y A. Graesser en [5], abarca una enorme cantidad de mecanismos físicos, lógicos y biológicos con variaciones en cuanto características operativas que van desde el registro del pasado hasta la coordinación con otros agentes y planeación del futuro. Entre estas variantes se encuentran los agentes de software que trataremos más adelante.

En cuanto a las posibles clasificaciones se puede considerar que los AA.AA. pueden estar en alguno de los siguientes estratos de inteligencia:

1. AA.AA. de regulación: reacciona a cada entrada detectada y siempre “sabe” que hacer. No planifican ni aprenden.
2. AA.AA. de planificación: planifica para la resolución de problemas, utiliza razonamiento basado en casos, métodos de investigación de operaciones o aleatorios.
3. AA.AA. adaptativos: planifican y aprenden.

Aunque esta clasificación resulta clara y útil en ámbito de lo general, es insuficiente si queremos tener en cuenta propiedades útiles para agentes aplicados a problemas puntuales. Aunque comúnmente se asocia la anterior clasificación a los agentes de software, el primer estrato de inteligencia abarca la variedad de los dispositivos sensores mecánicos ya que encajan en la condición de autónomo que es ejercer control sobre sus acciones.

Agentes de software

Al ubicarse en el ámbito de los agentes de software podemos concebirlos como una entidad construida en software que actúa enfocado en una tarea que le fue delegada [6]. Debemos considerar que para que el agente sea efectivo en alguna medida, debe “saber algo” sobre el contexto de la tarea por ejemplo las subtareas en las que se divide y donde estas ocurren (el ambiente). Bradshaw en [6] asegura que muchos investigadores en el área de agentes de software le adhieren características como funcionamiento continuo y por supuesto, autonomía. Se propone la siguiente serie de características que pueden manifestar los agentes de software, es lista basada en el trabajo de Bradshaw en [6] e Iglesias en [7]. En muchos casos los agentes presentaran un conjunto de estas características y cada una puede requerir distinto nivel de inteligencia:

- Reactivos: responde a los cambios del ambiente.
- Orientado a metas: proactivo, con iniciativa para proponer.
- Temporalmente continuo: proceso que corre continuamente.
- Comunicativo: social con otros agentes.
- Aprendizaje: adaptable, su comportamiento cambia por experiencia.

- Móvil: se transporta entre máquinas.
- Flexible: sus acciones no están escritas en un guion.
- Personalidad: habilidad de manifestar personalidad o emociones creíbles.
- Veracidad: asunción de que un agente no comunica información falsa a propósito.
- Benevolencia: asunción de que un agente está dispuesto a ayudar a otros agentes si esto no entra en conflicto con sus propios objetivos.

La aplicación de la mayoría de estas características compete al área de la inteligencia artificial y pueden ubicarse en las categorías de los sistemas expertos, agentes inteligentes y la inteligencia artificial distribuida. La entremezcla de estas áreas se hace notar en las arquitecturas de los agentes de software, en las que podremos notar particularidades como que los conceptos manejados permiten que un sistema experto pueda ser clasificado como algún tipo de agente de software y a su vez un sistema experto puede estar formado por un sistema multiagentes. Para que los agentes puedan actuar, al igual que en cualquier otro proceso de resolución de problemas, es importante el estudio de la representación del conocimiento especialmente si este guía las acciones del agente en un ambiente cambiante.

Representación del conocimiento

La representación del conocimiento se refiere a los mecanismos para representar y operar la información (búsqueda, inferencia). Se entiende que se usa para permitir a una entidad determinar consecuencias mediante el pensamiento, por lo tanto, se trata de definir en términos de qué debería pensar. La información puede estar compuesta de elementos variados, por ejemplo, las representaciones de conocimiento a través de variables y reglas lógicas suelen ser utilizadas en S.E. basados en reglas. En *What Is a Knowledge Representation?*[8] se reflexiona sobre los roles principales de la representación del conocimiento, a fin de mostrar una definición más completa:

Rol 1: Es un sustituto: de las cosas, ya que solo existen en el mundo externo. O bien, un sustituto de la acción en el mundo cuando no podemos o no queremos tomar esa acción (aún). Su calidad depende de la fidelidad del sustituto a lo real.

Rol 2: Es un conjunto de compromisos ontológicos: aproximaciones a la realidad, cada una atendiendo algunas cosas e ignorando a los demás, lo que implica tomar decisiones. Es decir, seleccionar una representación significa hacer un conjunto de los compromisos ontológicos.

Rol 3: Es una teoría fragmentaria del razonamiento inteligente: esto ocurre en dos partes, primero la representación típicamente incorpora solo una parte de la visión o creencia que lo motivó y en segunda parte esta idea o creencia es, a su vez, solo una parte del complejo y multifenómeno del razonamiento inteligente.

Rol 4: Es un medio para la computación eficiente: las representaciones deben facilitar el poder realizar operaciones sobre ella, siempre en mira de la eficiencia computacional.

Rol 5: Es un medio de expresión humana: como muchas de las actividades humanas, contiene fragmentos de la cosmovisión del realizador.

Arquitecturas de los agentes de software

Tomando en cuenta los atributos de los agentes de software hasta ahora mencionados y que estas características pueden llevarse a cabo de distintas maneras y considerando las posibles interacciones entre agente y ambiente (y otros agentes), Iglesias en [9] habla sobre arquitecturas respecto al procesamiento empleado en su construcción:

1. **Arquitecturas reactivas:** enfoque a la conducta del agente, mantienen patrones que se activan dependiendo de la condición de los sensores, sin razonamientos ni modelos simbólicos. Estará a la espera de los estímulos del ambiente, el comportamiento inteligente se debe a que tiene plasmado el conocimiento del experto. Su comportamiento puede ser inteligente pero no posee medios para llegar a esas conclusiones por sí mismo.
 - Reglas situadas: reglas tipo IF situación-percibida THEN acción específica.
 - Arquitecturas subsunción: o de dependencia de hecho a ley. Se componen de capas con actividades determinadas, el control es dirigido por los datos en ellas. Véase Figura 3.
 - Tareas competitivas: el agente elige una de entre varias tareas, la de mayor nivel de activación.
 - Redes neuronales: redes capaces de realizar una función.

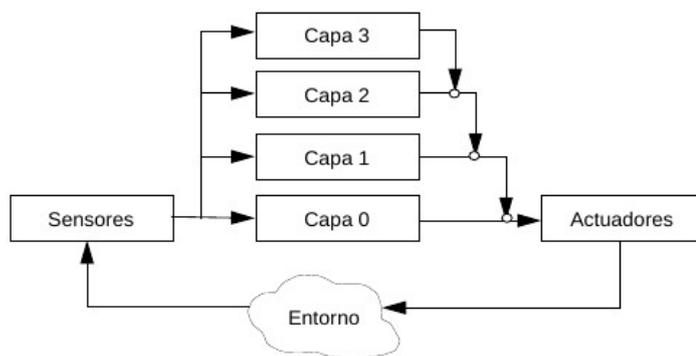


Figura 3: Arquitectura de subsunción de un agente reactivo (Rodney Brooks).

2. **Arquitecturas deliberativas:** también llamadas simbólicas, pertenecen a la corriente de la inteligencia artificial simbólica. Dado un estado inicial, un conjunto de operadores y un estado objetivo, el agente determina que pasos debe encadenar. Implican manejo de intenciones, alguna clase de razonamiento, capacidad de hacer y cumplir compromisos, todos ellos adaptables en alguna medida. Iglesias nos presenta en un esquema en el que relaciona estas características en una arquitectura general, vea Figura 4.
 - Arquitecturas intencionales: sistemas de planificación que incluyen creencias e intenciones.
 - Arquitecturas sociales: mantienen modelos de otros agentes y utilizan esa información. Entran a escena características como negociación y cooperación.

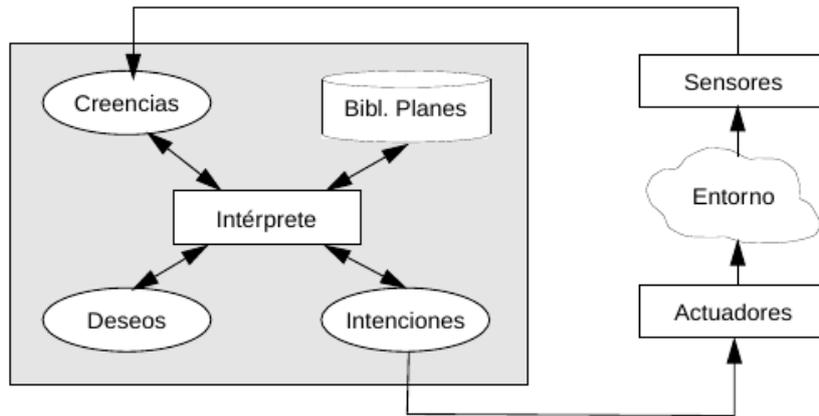


Figura 4: Arquitectura de un agente deliberativo (por Iglesias).

Sistemas expertos

Históricamente, cuando la idea de agente era poco conocida, se empezó a pensar en dotar de características más inteligentes a los sistemas expertos aplicando técnicas de aprendizaje y de inteligencia artificial en general. Esto llevó a crear definiciones demasiado amplias sobre lo que un sistema experto es y hace, al punto que según la época puede encontrarse literatura en que son indistinguibles de la idea actual de agentes inteligentes. Una definición sintetizada y adecuada de lo que es un sistema experto sería la presentada en [10] por Castillo, Gutiérrez y Hadi:

“... un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada.”

Así, un **sistema experto** (en adelante S.E.) debe entregar las mismas (o mejores) respuestas que el ser humano entrenado, estas respuestas deben ser apropiadas y respaldadas por algún mecanismo de razonamiento comunicable. Aunque los sistemas expertos son una rama de la inteligencia artificial (al igual que el reconocimiento de patrones, visión artificial, etc.), la mayoría de las otras ramas de esta disciplina tienen alguna componente de sistemas expertos por lo que sus aplicaciones son muy variadas. Los SS.EE. suelen tener los siguientes componentes, según Merritt [11]:

- Base de conocimiento: representación declarativa de la experiencia/pericia comúnmente reglas IF-THEN.
- Almacén de trabajo: datos específicos del problema.
- Mecanismo de inferencia: es del que derivan las recomendaciones de la base de conocimientos y datos específicos del problema en el almacén de trabajo.
- Interfaz de usuario: mecanismo que controla el dialogo entre usuario y sistema.

Estos cuatro elementos pueden verse subdivididos en subsistemas de adquisición de conocimiento, aprendizaje, ejecución de órdenes, etc.

Los S.E. tienden a ser clasificados por el tipo de problema que deben resolver:

Determinista: pueden ser formulados usando un conjunto de reglas que relacionen varios objetos bien definidos. Son conocidos como sistemas basados en reglas.

Estocásticos: para problemas intrínsecamente no deterministas. Es posible que se usen sistemas basados en reglas que toman medidas para manejar la incertidumbre de las reglas y premisas.

Agentes inteligentes

También llamados racionales, puede entenderse como un agente que no solo busca una respuesta correcta si no que es capaz de aplicar cierto sentido crítico para mejorar su desempeño. Según Norving [4]:

“Un agente racional ideal es aquél que, para cada secuencia de percepciones posible, actúa de manera que se maximice su medida de desempeño, basándose en la secuencia de percepciones y en el conocimiento incorporado.”

También nos define al agente inteligente como la conjunción de arquitectura y programa. El programa es asunto de la inteligencia artificial y tiene alguna especie de asociación o mapeo entre percepciones y acciones al estilo entrada - respuesta. Por otro lado, la arquitectura captura percepciones para el programa, lo ejecuta, lo alimenta y le da actuadores para ejercer acciones. Como desarrollador debemos tener una muy buena idea sobre las posibles percepciones y acciones antes de implementar el programa agente ya que nuestro agente será autónomo en la medida en que sus opciones para actuar dependan de su experiencia, más que del conocimiento incorporado por nosotros acerca del ambiente.

Existe una variedad de diseños de programas de agentes básicos, según el tipo de información utilizada en el proceso de decisión que les fue asignado. Los diseños varían en eficiencia, compacidad y flexibilidad. El diseño apropiado del programa de agente depende de las percepciones, acciones, objetivos y entorno. El proceso de tomar decisiones razonando con conocimiento es fundamental para el diseño exitoso de agentes. Esto significa que la forma en que se representa el conocimiento es importante.

Los agentes pueden dividirse en distintas categorías, Norving en [4] los separa por la forma en que se implementan los procesos de razonamiento desde el mapeo hasta la acción. Puede consultar [4] para una visión más amplia de las siguientes categorías

- De reflejo simple y De reflejo con estado interno: los agentes de reflejo responden de manera inmediata a las percepciones.
- Basado en objetivos: los agentes basados en objetivos actúan para lograr su objetivo o conjunto de ellos.
- Basado en la utilidad: los agentes basados en la utilidad intentan maximizar su propia medida de desempeño.

2.1.2 Sistemas multiagentes

La inteligencia artificial distribuida (IAD) se ha definido como un subcampo de la Inteligencia Artificial que se centra en los comportamientos inteligentes colectivos que son producto de la cooperación de diversas entidades denominadas agentes [7]. Tal como muestra el esquema de la Figura 5, esta disciplina puede dividirse en dos:

- Solución de problemas distribuidos (SPD): sistemas diseñados centralmente, con la cooperación preconstruida y un problema global a resolver.
- Sistemas Multiagentes (SMA): grupo de agentes heterogéneos que maximizan sus utilidades individuales en un mismo ambiente, incluso posiblemente competitivo.

Si bien los SPD y SMA tienen componentes en común como la formulación y descomposición de problemas, en la SPD para resolver un problema hay un plan prefijado, controlado y coordinado por un miembro centralizador de datos y resultados. En cambio, en los SMA los miembros son autónomos y deciden sobre sus interacciones, tareas, recursos y presentan cooperación incluso cuando tienen objetivos diferentes. Así que, mientras la SPD estudia el cómo dividir problemas en subproblemas para resolver por separado, el estudio de los SMA está enfocado a los comportamientos e interacciones sociales como se describe en las ramas de SMA en la Figura 5.

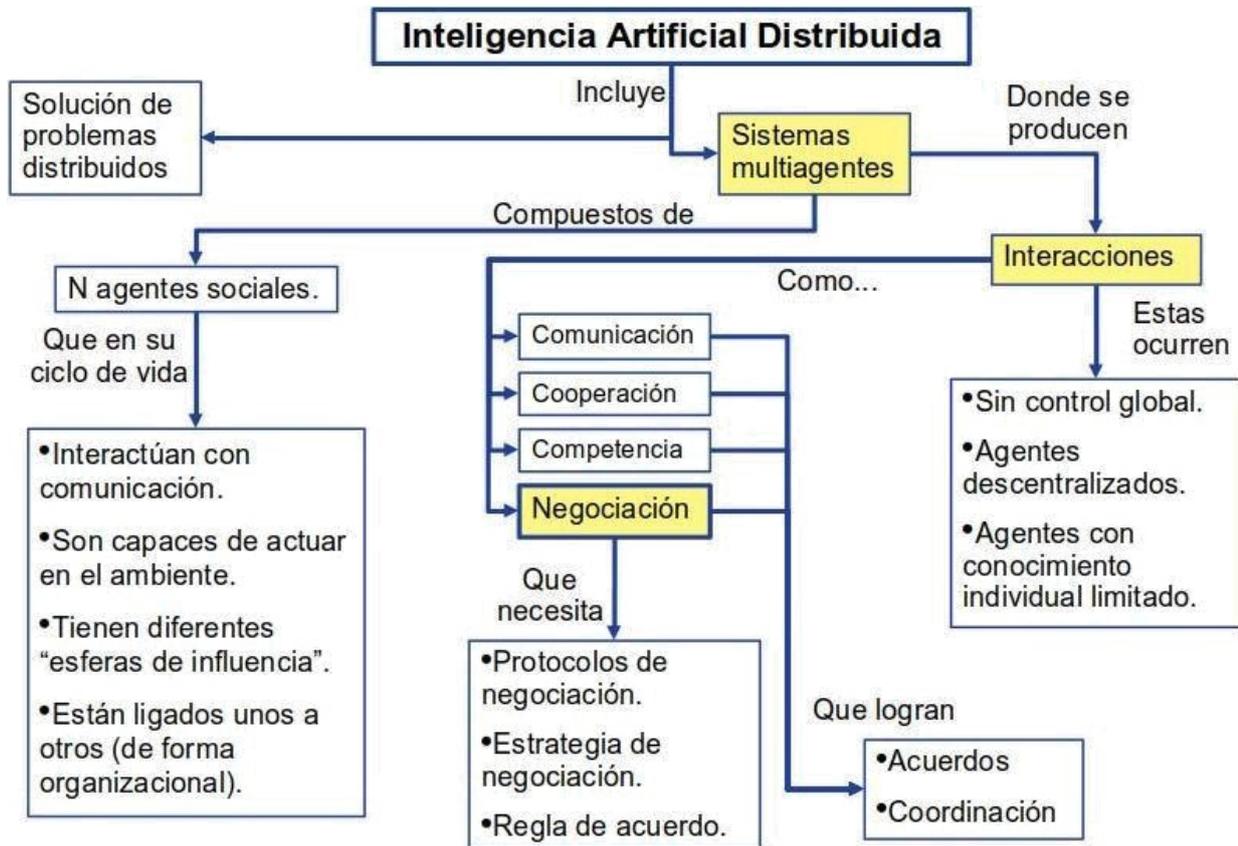


Figura 5: Mapa conceptual Sistemas Multiagentes y Negociación.

Los SMA explotan el potencial de resolución de problemas mediante coordinación de inteligencias individuales ya que, aunque hay situaciones en las que un agente puede operar de manera útil por sí mismo, la creciente conexión entre dispositivos hace que esas situaciones sean cada vez más raras y más común que el agente interactúe con otros agentes debido a que los procesos de inteligencia individual tienen capacidades limitadas. La cuestión ahora es el tratamiento cuando el número de agentes es demasiado alto para tratarlos individualmente haciendo más conveniente tratarlos en colectivo, como una sociedad de agentes que interactúan. Por lo cual podemos decir que los agentes dentro de un Sistema Multiagentes son implícitamente agentes sociales. Ferber en [12] identifica algunos campos de aplicación para los SMA: resolución de problemas, simulación multiagente, construcción de mundos sintéticos y robótica distribuida.

Como se mencionó anteriormente, los agentes deben percibir y actuar en un ambiente, en el contexto de los SMA Huhns y Stephens [13] nos dan una pauta sobre qué debe ofrecer el ambiente en que estas comunidades de agentes se desenvuelven:

- Los entornos multiagentes proporcionan una infraestructura que especifica protocolos de comunicación e interacción.
- Los entornos multiagentes suelen ser abiertos y no tienen un diseño centralizado.
- Los entornos multiagentes contienen agentes que son autónomos y distribuidos, y pueden ser de interés propio o cooperativos.

En la Figura 5 se muestran las relaciones de los Sistemas Multiagentes y agentes sociales, las interacciones que ocurren en los Sistemas Multiagentes y sus implicaciones. Los agentes interactúan y tienen influencias sobre otros agentes, se organizan. Para organizarse sin control o centralización planificada, necesitan la capacidad de comunicarse y mecanismos de coordinación que permitan sobrellevar las competencias entre agentes, asignar tareas y compartir información necesaria para lograr metas individuales.

Problemáticas del desarrollo de Sistemas Multiagentes

Avouris y Gasser en [14] enumeran problemas clásicos de la IAD, estos se consideran problemas comunes en cualquier sistema de resolutores coordinados de problemas y por lo tanto situaciones que aplican al contexto de la creación de SMA. Estas problemáticas son las siguientes:

1. Descomposición y asignación de tareas
2. Comunicación e interacción entre agentes
3. Tomar decisiones y actuar con coherencia
4. Acciones razonadas y coordinación
5. Detectar y tratar discrepancias

La problemática de la *Descomposición y asignación de tareas* trata el cómo **formular**, describir, **descomponer y asignar problemas** y sintetizar los resultados entre un grupo de agentes inteligentes. Gasser en [14] ha identificado distintos enfoques que permiten lograr la descomposición:

- Nivel de abstracción: descomposición por capas de abstracción, de más alta a más baja.
- Dependencias de control: dependencias de datos o control entre tareas restringiendo comunicación.
- División funcional/producto: agrupar a los trabajadores que realizan funciones similares o el mismo producto.
- Necesidad de redundancia: duplicar tareas para comprobación y evitar cuello de botella.
- Minimización de recursos: evitar sobrecarga de comunicación y coordinación para acceder recursos.
- Descomposición automática: Tareas inherentemente descomponibles, Planificación jerárquica (árboles), Agregación de subtareas (ascendente).

En los Sistemas Multiagentes pueden definirse distintos comportamientos de cooperación, como agentes egoístas coordinados. Sin embargo, los agentes sociales (descritos en la) generalmente tienen los siguientes elementos para permitir interacciones beneficiosas para los propósitos individuales de cada agente [12, 13]:

- Comunicación: considera protocolos de comunicación y niveles de comunicación, puede tratar desde simples datos aislados hasta una representación íntegra del agente que se comunica.

- **Negociación:** es el proceso de lograr acuerdos en asuntos de interés común. Compuesto de conjunto de negociación, protocolo, estrategia y regla de acuerdo.
- **Cooperación:** la operación conjunta temporal que permite tratos beneficiosos para los propósitos del agente.
- **Competencia:** la actitud adecuada en ambientes de medios limitados, entran en juego negociación y cooperación.

Comunicación, interacción y coherencia

El tratamiento al problema de *Comunicación e interacción entre agentes* busca resolver el cómo capacitar a los **agentes** para que se **comuniquen e interactúen** en forma productiva: qué lenguajes de comunicación o protocolos deben utilizarse, qué y cuándo deben comunicarse, etc. La comunicación proporciona conocimientos, estos pueden producir sincronía y una visión menos local del ambiente y los problemas a resolver. Debe evitarse que la comunicación rebase el trabajo real. Iglesias en [9] lista los distintos niveles de comunicación:

- **Sin comunicación:** en su diseño se supondrá que los agentes disponen de la información sensorial suficiente para poder inferir los objetivos e intenciones del resto de agentes, por ejemplo percepciones de sus acciones y no mediante diálogo.
- **Comunicación primitiva:** señales con interpretaciones fijas, ordenadas de manera inmutable.
- **Arquitectura de pizarra:** consiste en la pizarra, un conjunto de fuentes de conocimiento y algún mecanismo de control. La pizarra es una base de datos global compartida, un monitor de la pizarra se dedica a activar las fuentes de conocimiento adecuadas según los datos mantenidos en la pizarra.
- **Paso de mensajes:** los agentes deben mantener conocimiento sobre su entorno para saber a qué agentes deben dirigir sus mensajes ya que se permite que un agente envíe un mensaje a uno o más agentes y conocer sus nombres.
- **Comunicación de alto nivel:** los agentes puedan razonar sobre las intenciones, deseos y objetivos de otros agentes y comunicarlos, lo que nos lleva hacia el análisis y generación del discurso. Se ha adoptado frecuentemente la teoría de los actos de habla para lograrla.
- **Interacción hombre-máquina:** un enfoque consiste en encapsular al agente humano modelando sus interacciones en un lenguaje de comunicación de agentes, otro usa la vía de aprovechar la tecnología multiagente para simplificar las interfaces hombre-máquina.

Gracias a que existen mecanismos de comunicación los agentes pueden contar con más información para *Tomar decisiones y actuar con coherencia*, pero para resolver esta problemática hacen falta mecanismos que actúen con esa información. Iglesias en [9] describe esta problemática como dos cuestiones: ¿Cómo asegurar que los **agentes actúan coherentemente** al tomar decisiones o realizar acciones?, ¿Cómo acomodar los efectos globales de las decisiones locales y prevenir interacciones no deseadas? Ambas las contesta mediante dos conceptos, *coherencia* y *coordinación*. Estas dos características las aterriza en términos familiares en el área del cómputo.

Por un lado, tenemos la **Coherencia**, propiedad de un sistema para comportarse como una unidad y que cuenta con las siguientes dimensiones:

- Calidad de la solución: requiere las condiciones de Cobertura (las tareas necesarias se realizan), Conectividad (las actividades pueden ser integradas), Capacidad (la comunicación debe asegurar cobertura y conectividad).
- Eficiencia: eficiencia global con la que el sistema alcanza un fin.
- Claridad: posibilidad de describir y representar la conducta del sistema de forma que un observador externo pueda entenderla.
- Robustez: grado de degradación del sistema en presencia de fallos o incertidumbre.

Por otro lado, tenemos la **Coordinación** como la propiedad de **interacción** entre un conjunto de agentes que realizan alguna actividad colectiva. Mejor coordinación, mejor coherencia. Existen distintos mecanismos para facilitar la coordinación tratados en la literatura:

- Negociación: empleo de **diálogo** para **acuerdos**. Asignación de tareas, recursos, solución de conflictos.
- Cooperación funcionalmente precisa: la inconsistencia se supera intercambiando soluciones tentativas.
- Estructuración organizativa: usa conocimiento común sobre los papeles generales de resolución del problema y patrones de comunicación para reducir la incertidumbre de los nodos y sobre cómo deben cooperar.
- Planificación multiagente: compartir información para construir un plan de resolución.
- Control local sofisticado: integración del razonamiento sobre acciones y creencias de otros agentes con el razonamiento local sobre la resolución del problema.
- Entornos teóricos: utilización de modelos lógicos y matemáticos de los agentes, de sus creencias y de su razonamiento.

Razonamiento y tratamiento de discrepancias

En un SMA en que los agentes tienen conocimientos parciales del sistema junto a tareas y objetivos propios, la aparición de conflictos es una consecuencia lógica. Entonces, se deben *Detectar y tratar discrepancias*: **reconocer** y **reconciliar** puntos de vista e intenciones conflictivas entre un conjunto de agentes con el objetivo de coordinar sus acciones; esta problemática también nos lleva a pensar en cómo sintetizar los puntos de vista y los resultados. Por lo tanto, podemos inferir que los agentes necesitan compartir una ontología para lograr el reconocimiento y resolución de **discrepancias entre ellos**. Cuatro tipos de disparidades de conocimiento:

- Incompletitud: sucede cuando un agente tiene algún conocimiento que otro no tiene
- Inconsistencia: sucede cuando dos agentes tienen diferentes valores de verdad para la misma proposición lógica
- Incompatibilidad: sucede cuando el conocimiento es representado en formas incompatibles (por ejemplo, marcos con diferentes ranuras y semánticas)
- Inconmensurabilidad: sucede cuando el conocimiento está representado de la misma forma, pero las interpretaciones semánticas son diferentes.

Métodos empleados para reconciliar las discrepancias o conflictos:

- Obtención de un conocimiento común: cuando la disparidad es debida a conocimiento incompleto, puede solicitarse este conocimiento a otros agentes.
- Revisión de premisas: cuando se detectan proposiciones inconsistentes, pueden revisarse las premisas de dichas proposiciones para descubrir si son estas premisas las causas de la inconsistencia.
- Autoridad y mediación: en numerosos casos, es necesario el arbitrio de un mediador o un criterio jerárquico para resolver el conflicto.
- Resolución basada en casos: los conflictos pueden resolverse recurriendo a casos similares sucedidos en el pasado.
- Resolución de restricciones: en el caso de que el conflicto se dé por restricciones conflictivas, el conflicto puede resolverse relajando las restricciones no esenciales.
- **Negociación:** la negociación suele ser una técnica empleada para resolver conflictos.
- Estandarización: la experiencia acumulada en la resolución de conflictos puede conducir a la estandarización de las conductas para evitar o resolver los conflictos.

Se puede pensar que la eficiencia de un SMA está relacionada con que los agentes puedan lograr *Acciones razonadas y coordinación*, así que se debe capacitar a los **agentes** para representar y **razonar** sobre acciones, planes y conocimiento de otros agentes para coordinarse; especialmente deben ser capaces de razonar sobre el estado de **su proceso de coordinación** (inicio o terminación). Para lograr esto existen paradigmas de comportamiento colectivo como son la Negociación, la Cooperación funcionalmente precisa, Estructuración organizativa y Planificación multiagente.

Negociación: proceso de mejorar acuerdos (reduciendo inconsistencias e incertidumbre) a través del intercambio estructurado de información relevante. Existe negociación para asignación de tareas, asignación de recursos y resolución de conflictos. Aspectos de la negociación:

- Lenguaje: de comunicación para negociar (proponer, refinar, confirmar, etc.), su semántica, el objeto de la negociación (plan, oferta de tarea, etc.) y los protocolos de negociación.
- Decisión: qué aspectos tienen en cuenta los agentes para decidir en la negociación por ejemplo maximizar una función de utilidad, preferencias, estrategias de negociación (ser cooperativos, competitivos, etc.).
- Proceso: estudio de modelos generales del proceso de negociación y de la conducta global de los participantes.

Cooperación funcionalmente precisa: En el paradigma FA/C (Functionally Accurate, Cooperative Distributed Systems) los nodos de la red mantienen incertidumbre acerca de sus visiones del problema. Para avanzar en la resolución del problema, cada nodo coopera con el resto para detectar las inconsistencias entre sus resultados parciales tentativos y los recibidos de otros nodos, e integrar estos resultados con los suyos.

Estructuración organizativa: patrón de las relaciones de control e información entre los nodos, y la distribución de las capacidades de resolución del problema. dotando a cada nodo de una visión de alto nivel de cómo la red resuelve los problemas y el papel que cada nodo. Tipos organizativos:

- Organización jerárquica o centralizada: la autoridad para la toma de decisiones y el control se concentra en un resolutor o en un grupo especializado, en cada nivel de la jerarquía.

- Organización de mercado: el control distribuido, los nodos compiten por las tareas y recursos realizando ofertas y contratos, o evaluación económica de los servicios y la demanda.
- Comunidad plural: se toma la comunidad científica como modelo, y las soluciones locales se publican y se van refinando por la comunidad.
- Comunidad con reglas de conducta: se definen unas reglas o pautas de conducta para la relación entre los nodos, sin una organización explícita.

Planificación multiagente: cooperación entre los nodos mediante la creación de un plan que especifica las acciones e interacciones futuras de los agentes. Tipos de planificación:

- Planificación centralizada: se basa en la presencia de un nodo que actúa como coordinador, definiendo un plan global a partir de la información y/o planes individuales de los nodos.
- Planificación distribuida: el principio general es que cada agente planifique sus acciones teniendo una visión (en general, parcial) de los planes del resto de agentes. Durante esta planificación, los agentes pueden negociar para alcanzar compromisos. Algoritmo de planificación parcial global (PGP, Partial Global Planning):
 - Cada nodo construye un plan local, lo comparte e intenta identificar y construir planes globales parciales, que capturen objetivos de varios agentes.
 - Construidos los planes globales parciales, se planifican las acciones locales y las comunicaciones con involucrados en el plan.
 - Se ejecuta el plan observando el entorno para ver si se desvía de lo planificado y es necesario volver a planificar.

2.1.3 Estructuras sociales y Negociación en Sistemas Multiagentes

Los Sistemas Multiagente son organizaciones de agentes autónomos coordinados por lo que se pueden proponer arquitecturas y patrones de diseño para SMA que adopten conceptos de las teorías sociales existentes.

En ingeniería de software, los estilos arquitectónicos son abstracciones de la estructura de un sistema, estas deben ser manejables y describen el cómo los componentes del sistema interactúan y trabajan juntos [15]. Las arquitecturas de SMA permiten estructuras y componentes dinámicos y evolutivos que pueden cambiar en tiempo de ejecución para beneficiarse de las capacidades de nuevas entidades del sistema o reemplazar las obsoletas. Estos estilos se tratan en la siguiente sección.

Los patrones de diseño describen un problema común en los diseños de software y prescriben una solución flexible para el problema, a fin de facilitar la reutilización de esa solución. Esta solución se aplica repetidamente de un diseño a otro, produciendo estructuras de diseño que se parecen bastante a lo largo de diferentes aplicaciones. Trataremos estos patrones en la segunda sección, más adelante.

Arquitecturas organizacionales

Se puede observar que los conceptos en que se basan los SMA están muy relacionados a intenciones y características sociales y en menor medida orientados hacia la implementación. Las arquitecturas de SMA pueden considerarse estructuras sociales compuestas de agentes que actúan para alcanzar objetivos comunes e individuales. Por lo tanto, las teorías que estudian las estructuras sociales pueden servir de inspiración para considerar estilo y patrones de diseño para arquitecturas de SMA, como se trata en *From Social Designs to Multi-Agent Architectures* [15].

Nos interesan las estructuras sociales que resultan de un proceso de diseño. La *teoría de la organización* describe la estructura y el diseño de una organización. Las *alianzas estratégicas* modelan las colaboraciones estratégicas de partes interesadas organizacionales independientes que persiguen un conjunto de objetivos acordados.

En el nivel de diseño arquitectónico, los estilos de organización inspirados en teoría de la organización y alianzas estratégicas se emplean para diseñar la arquitectura general del SMA. Los estilos de la teoría de la organización describirán la estructura interna y el diseño de la arquitectura del SMA y los estilos de alianzas estratégicas modelarán la cooperación de las entidades que persiguen objetivos compartidos.

La teoría de la **organización** describe cómo las organizaciones prácticas están estructuradas, ofrece sugerencias sobre cómo se pueden construir nuevas y como pueden cambiar para mejorar la efectividad. Con este fin se han propuesto estilos para intentar encontrar y formalizar estructuras y comportamientos organizacionales recurrentes.

Una **alianza estratégica** es un vínculo de facetas específicas entre dos o más organizaciones, por ejemplo el intercambio de tecnologías y habilidades para beneficio de todas las partes. Las siguientes tres características se consideran necesarias en una alianza estratégica:

- Las organizaciones participan para alcanzar un conjunto de objetivos acordados y permanecen independientes después de la formación de la alianza.
- Las organizaciones asociadas comparten los beneficios de las alianzas y el control sobre el rendimiento de las tareas asignadas.
- Las organizaciones asociadas contribuyen de forma continua en una o más áreas estratégicas clave.

Patrones sociales

Como diseñadores de un Sistema Multiagente debemos especificar cómo se cumplirán los objetivos delegados a cada actor. Los *patrones sociales* son patrones de diseño que se centran en aspectos sociales e intencionales que son recurrentes en los Sistemas Multiagente y cooperativos. En un nivel de diseño más detallado, los patrones sociales ofrecerán una visión macroscópica de la descripción social de la arquitectura del SMA. Definirán los agentes y las dependencias sociales necesarias para el logro de los objetivos de los agentes. Podemos entender los patrones sociales según cinco dimensiones complementarias: social, intencional, estructural, comunicacional y dinámica. A su vez, los patrones sociales se dividen en *patrones de pares* que describen las interacciones directas entre los agentes de negociación y *patrones de mediación* que incluyen agentes intermedios e intermediarios que ayudan a otros agentes a obtener algún acuerdo sobre un intercambio de servicios.

Negociación en Sistemas Multiagentes

La negociación es una interacción frecuente y útil en los Sistemas Multiagentes ya que los acuerdos logrados mediante su proceso permiten la asignación de tareas, asignación de recursos y resolución de conflictos entre los agentes. Varios grupos de investigadores han desarrollado sistemas y técnicas para la negociación que Huhns y Stephens [13] identifican en dos vertientes:

Técnicas centradas en el entorno: los desarrolladores se centran en el problema: "¿Cómo se pueden diseñar las reglas del entorno para que los agentes en él, independientemente de su origen, capacidades o intenciones, interactúen de manera productiva y equitativa?". El mecanismo de negociación producido debería tener las siguientes características:

- Eficiencia: los agentes no deben desperdiciar recursos para llegar a un acuerdo.
- Estabilidad: ningún agente debería tener un incentivo para desviarse de las estrategias acordadas.
- Distribución: el mecanismo no debería requerir un decisor central.
- Simplicidad: el mecanismo de negociación debería imponer bajas demandas de computación y ancho de banda a los agentes.
- Simetría: el mecanismo no debe estar sesgado contra ningún agente por razones arbitrarias o inapropiadas.

Técnicas centradas en agentes: se centran en la situación "Dado un entorno en el que el agente debe operar, ¿cuál es la mejor estrategia para que siga? " La mayoría de estas estrategias de negociación se han desarrollado para problemas específicos, por lo que han surgido pocos principios generales de negociación. Sin embargo, hay dos enfoques, cada uno basado en una suposición sobre el tipo particular de agentes involucrados:

1. En el **primer enfoque** se apoya sobre el acto de habla junto a una posible semántica común y ambos se utilizan para formalizar los protocolos de negociación y sus componentes. Esto aclara las condiciones de satisfacción para diferentes tipos de mensajes.
2. El **segundo enfoque** se basa en la suposición de que los agentes son económicamente racionales. Además, el conjunto de agentes debe ser pequeño, debe tener un lenguaje común y una abstracción común del problema, y debe alcanzar una solución común. Los agentes

que siguen este protocolo crean un trato, es decir, un plan conjunto entre los agentes que satisfaría todos sus objetivos. Los agentes discuten un conjunto de negociación, que es el conjunto de todas las ofertas que tienen una utilidad positiva para cada agente.

Tipos de negociación

Por otro lado, Iglesias expone en [9] una clasificación de negociaciones según estén enfocadas a resolver una situación: asignación de recursos, de tareas o resolver conflictos. Adicionalmente habla del modelado cognitivo de la negociación el cual puede emplearse en cualquiera de los tipos antes mencionados ya que trata el proceso de negociación como un proceso de búsqueda donde el objetivo es el acuerdo.

Negociación para asignación de tareas

El protocolo de contratos trabaja en alto nivel y facilita el control distribuido de la ejecución de tareas de forma cooperativa. El principal problema que resuelve es la conexión entre nodos que deben ejecutar tareas y nodos que están inactivos. Este problema se resuelve utilizando un mecanismo de mercado: el nodo que desea contratar a otros nodos actúa como gestor, y los nodos que acepten realizar una tarea actuarán como contratados. Un actor gestor es responsable de supervisar la ejecución de una tarea y procesar los resultados de la ejecución por parte del contratado que es responsable de realizar la tarea. Los nodos se determinan de forma dinámica y un nodo puede tener ambos papeles (gestor/contratado) en diferentes contratos. Un nodo que ha recibido una tarea puede subcontratar la tarea o parte de ella, adoptando el papel de gestor y anunciando dicha subtarea.

Negociación para asignación de recursos

La negociación multiestado extiende la negociación de tareas del protocolo de contratos para los problemas en que la escasez de recursos determina si todos los objetivos globales puedan cumplirse o no. Extiende el protocolo de contratos básico para permitir una negociación iterativa en la oferta y asignación de tareas. Cada nodo indica a qué tareas puede comprometerse y a cuáles no, de forma que los nodos converjan en soluciones globalmente posibles, pero sin tener una visión de la solución global.

Negociación para resolución de conflictos

Cuando se detecta un conflicto entre agentes emplean la centralización de tareas, que consiste en elegir a un agente para que resuelva el conflicto. Este agente elegido (con diferentes criterios: el que tiene mayor conocimiento, menor carga o por convenio previo) tiene que replanificar el sistema, retransmitir este plan y ejecutarlo.

Modelado cognitivo de la negociación

El proceso de negociación está destinado a alcanzar un compromiso entre múltiples agentes en uno o más encuentros sobre uno o más temas. El modelado cognitivo de la negociación permite generar una propuesta de un compromiso, argumentos persuasivos, razones en contra y a favor del acuerdo, peticiones de información adicional y medidas de la utilidad de los agentes para acordar o no. Se emplea razonamiento basado en casos para aprender de experiencias pasadas. Se consideran tres operadores:

- **Composición:** se crea una nueva alternativa combinando dos alternativas previas, debido a dependencias condicionales entre las alternativas previas por ejemplo necesidad de recursos, el segundo requiere el primero y se tratan como un bloque.
- **Reconfiguración:** se modifica una alternativa para satisfacer a ambos negociadores; normalmente un agente quería ofrecer A y ahora debe ofrecer A y B para satisfacer al otro agente.
- **Relajación:** útil cuando no se pueden conseguir los requisitos planteados y deben relajarse progresivamente en un proceso de regateo.

2.2 Emociones y personalidad

Se presenta un análisis de la literatura relacionada con los modelos teóricos de los conceptos de personalidad y emociones, se parte de la definición de los conceptos, sus características, las distintas formas de entender su fenómeno y su aplicación en el campo de la computación.

Personalidad y Emociones en Agentes

Cuando hablamos de agentes creíbles puede haber una tendencia a pensar en términos de técnica: como de correcto es el habla del agente, como es de fluida la expresión no verbal y cuan adecuadas son para la situación. Los agentes creíbles son aquellos en los que se vertieron técnicas de comunicación o comportamiento que logran la suspensión de la incredulidad del espectador mediante actitudes, emociones y personalidades que encontramos comunes en los seres vivos [16]. Cuando meditamos en la adecuación a las situaciones, entonces nos damos cuenta que parte de la naturalidad que se espera de un agente creíble no está en la técnica si no en el contenido que transmite la ejecución de la técnica, “el qué dice” y “como lo dice” puede verse afectado por los fenómenos afectivos. Los fenómenos afectivos incluyen la personalidad, las emociones y el estado de ánimo.

Una razón para simular y modelar algunos de los aspectos de los fenómenos afectivos humanos, es el enfoque en dominios como el entretenimiento, la atención médica, la medicina y la capacitación. Crear personajes con conflictos de objetivos o incluso neuróticos puede realzar el realismo y la complejidad de los juegos de computadora, realzando también la inmersión en narrativas interactivas de la misma manera que se logra con las películas y la literatura. Los personajes más complejos captan al público más profundamente que los personajes más simples, felices y estables. Adicionalmente como la personalidad es un patrón de comportamiento, puede ayudar a los observadores de los personajes a desarrollar una sensación de conocimiento del personaje. Pueden convertirse en individuos en lugar de simplemente otra colección de caracteres de computadora anónimos [17].

2.2.1 Emociones

Denzin en su *On Understanding Emotion* [18] nos brinda una panorámica acerca de lo que es la emoción y como debe abordarse su estudio. Define la emoción como una experiencia corporal viva, de carácter veraz y transitoria; esta experiencia impregna el flujo de conciencia de una persona y durante el trascurso de su vivencia, sume a la persona en una realidad nueva y transformada. Se considera que todas las experiencias emocionales involucran experiencias situacionales positivas y negativas, además de reflexión, sentimientos, cognición e interpretación. Menciona también una distinción entre dos tipos de emociones: las que son experiencias puramente privadas y otras que son públicas o colectivas.

En *Orientaciones en el Estudio de la Emoción* [19], Cano nos habla sobre las reacciones emocionales y como suelen observarse mediante cambios en tres tipos de canales de expresión emocional diferentes:

1. Nivel experiencial, o lo que experimenta el sujeto, entiéndase sentimientos de alegría, tristeza, enfado, etc.
2. Nivel corporal o fisiológico, sean cambios en el ritmo cardíaco o respiratorio, cambios de tensión muscular, etc.

3. Nivel observacional-motor, en forma de sonrisa, llanto, expresiones faciales de ira, de miedo.

Entonces se trata de tres formas de expresión diferentes de un mismo fenómeno. Las respuestas de cada uno de estos tres tipos se considera que estas tres formas de expresión emocional obedecen a tres sistemas de respuesta parcialmente independientes. A estos tres sistemas de respuesta se les conoce como cognitivo, fisiológico y motor.

La conducta emocional es consecuencia de la actividad cognitiva que el sujeto realiza sobre la situación: elaboración, interpretación, valoración, atribución, etiquetado, expectativas, etc. Esta actividad cognitiva determina la cualidad emocional y en algunos modelos también la intensidad.

Las teorías cognitivas de la emoción centran la explicación de la emoción en una consecuencia de una serie de procesos cognitivos que generalmente tienen que ver con una evaluación de la situación y del afrontamiento. Las teorías cognitivas de la emoción postulan una serie de procesos evaluativos, atributivos, etiquetado, y de representaciones que se sitúan entre la situación que estimula y la respuesta emocional [19]. En los procesos de evaluación, generalmente se valora la situación y las posibilidades de responder adecuadamente a las demandas de la situación.

Modelos emocionales en las ciencias computacionales

La interpretación computacional de los distintos modelos emocionales es un amplio campo de trabajo que ha producido varios modelos computacionales de la emoción, por ejemplo, se han adaptado el modelo de Scherer y el modelo de Ortony, Clore & Collins que son tratados en las siguientes secciones. Estos modelos computacionales de la emoción tienen aplicaciones interdisciplinarias [20], incluidos sus usos para mejorar la interacción humano-computadora, para mejorar los modelos generales de inteligencia y como herramientas metodológicas para mejorar nuestra comprensión de comportamiento humano.

Como menciona Marsella y colaboradores en *Computational models of emotion* [20], la teoría de la evaluación (Appraisal), es predominante entre las perspectivas psicológicas de la emoción y para aquellos interesados en el diseño de sistemas de Inteligencia Artificial ya que explica la conexión entre la emoción y la cognición. Según la teoría de la evaluación la emoción surge de los patrones de juicio individual con respecto a la relación entre los eventos y las creencias, deseos e intenciones de un individuo, todos estos conceptos abordados en la literatura de agentes BDI. Los patrones de evaluación están asociados con reacciones fisiológicas y de comportamiento específicas. En varias versiones de la teoría de la evaluación, las evaluaciones también activan respuestas cognitivas, a menudo denominadas estrategias de afrontamiento: un ejemplo la retro-alimentación en un ciclo de evaluación y re-evaluación como en una negociación donde se comparten ofertas, contra-ofertas y opiniones acerca de estas. En la misma publicación, Marsella y colaboradores nos presentan una relación en el tiempo de las teorías emocionales aplicadas en el cómputo, resumida en la Figura 6.

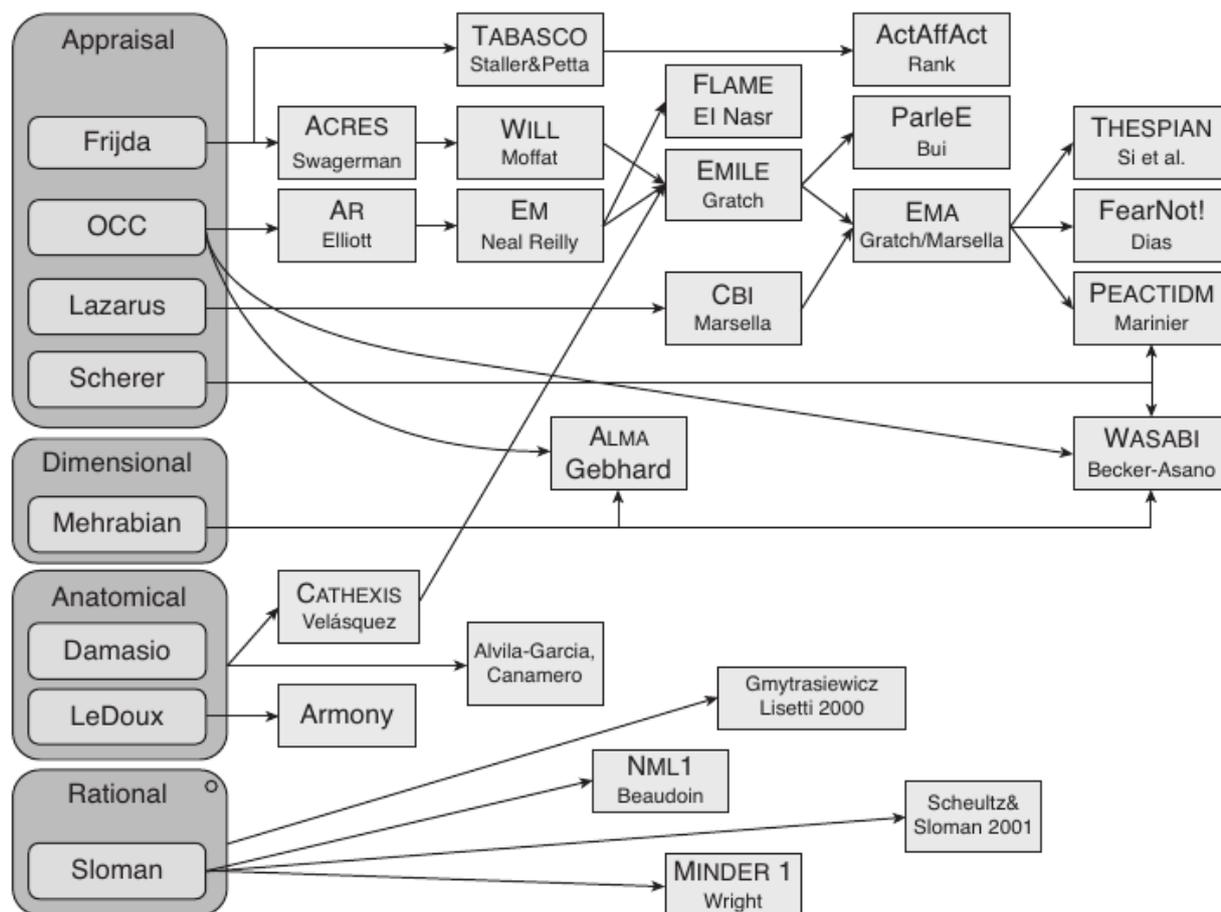


Figura 6: Historia de los modelos computacionales de la emoción [20].

Como menciona Malfaz Vázquez en [21] existen variadas definiciones del concepto emoción e identifica una falta de acuerdo en la comunidad científica sobre todo cuando la definición depende de si se tratan desde el punto de vista psicológico o neurofisiológico. Sin embargo, es posible encontrar puntos comunes: las emociones provienen de un proceso de evaluación y se relacionan con el conocimiento que se posee [21]. En seres vivos, las emociones influyen en muchos mecanismos cognitivos como la memoria, la atención, la percepción y el razonamiento además de acciones relacionadas con la supervivencia, la interacción social y el aprendizaje de nuevos comportamientos. A diferencia de la personalidad que exhibe un patrón a largo plazo, las emociones cambian de acuerdo con el estado del agente y la situación. En este trabajo la definición de emocional será centrada en el funcionamiento de las emociones en el sentido de las mecánicas que exhibe, esto es:

- Existe en el individuo una tendencia a un estado emocional *base*.
- La emoción es un modificador del estado interno, su cambio genera actitudes que derivan en decisiones que a su vez derivan en acciones.
- Existen factores que regulan la intensidad inicial de un cambio emocional así como su degradación.
- Si bien el estado emocional es interno, el estímulo detonador (objeto o situación) tiende a asociarse con el estado emocional que provocó en el pasado.

- En relación con la comunicación, se puede elegir manifestar o no sus emociones en un momento determinado.

Modelo de Scherer

El modelo propuesto por Klaus R. Scherer se encuentra en el espectro correspondiente a las teorías cognitivas [19]. Este modelo comprende componentes de la emoción adicionales a los canales clásicos ya mencionados, siendo cinco en total. Estos componentes tienen funciones definidas que son en correspondencia realizadas por un sistema específico. La tabla siguiente resume estas relaciones:

Componente de la emoción	Función del componente	Sistema responsable
Procesamiento cognitivo de estímulos	Evaluación del ambiente	Sistema información
Procesos neurofisiológicos	Regulación del sistema	Sistema de apoyo
Tendencias motivacionales y conductuales	Preparación para la acción	Sistema ejecutivo
Expresión motora	Comunicación de intenciones	Sistema de acción
Estado afectivo cognitivo	Reflexión y registro	Sistema de registro

Para el componente *Procesamiento cognitivo de estímulos* corresponde la función de *Evaluación del ambiente*, de la cual es responsable el *Sistema de información*, relevante para los propósitos de este trabajo de tesis.

El procesamiento cognitivo es realizado por el sistema de información y evalúa la situación estimular. En la evaluación se analizan distintas facetas de dicho estímulo en una serie de pasos evaluadores de estímulo, en los que están implicadas distintas variables. Las variables analizadas son:

- Ocurrencia del acontecimiento: tiempo, expectativas, probabilidad y predictibilidad (novedad del estímulo en cuanto al acontecimiento mismo).
- Evaluación del producto: el carácter placentero, la importancia para los objetivos propios, resultados, etc.
- Atribución de causalidad: agente causal, atribuciones, motivación, pertinencia, etc.
- Evaluación del potencial de afrontamiento: poder del individuo para influir en el acontecimiento y para enfrentarse a sus consecuencias.
- Comparación con las normas externas o internas: conformidad del evento con las normas culturales y con una auto-imagen real o ideal.

El resultado final de la evaluación es una reacción emocional. En suma, este proceso evaluador determina tanto la cualidad como la intensidad de la reacción emocional.

Modelo emocional OCC

Muchos trabajos sobre el modelado de las emociones en agentes se desarrollaron principalmente para agentes inteligentes centrados en ser interactivos, capaces de adaptarse a los estados afectivos de los usuarios y manifestar este comportamiento afectivo y trabajar con la empatía. Lisetti en [22] nos indica las actividades de la inteligencia que se ven afectadas por las emociones y podemos notar el impacto de estas en el comportamiento inteligente:

- Organización de memoria
- Percepción
- Categorización y preferencia
- Generación de objetivos
- Evaluación y toma de decisiones
- Planificación de estrategias
- Determinación de prioridades
- Atención
- Motivación y actuación
- Intención
- Comunicación
- Aprendizaje

El OCC [23] es un popular modelo para las emociones, nombrado así por sus autores Ortony, Clore & Collins. Categoriza 22 tipos de emoción basados en las reacciones positivas o negativas a eventos, acciones y objetos. También describe los pasos que sigue para procesar las emociones, partiendo de la Clasificación, Cuantificación, Interacción, Mapeo y culminando en la Expresión. Los tipos de emociones que reconoce el modelo OCC son los siguientes:

- Alegría: (contento) un evento deseable
- Angustia: (disgustado) un evento indeseable
- Feliz por: (contento) un evento que se presume deseable para otra persona
- Lástima: (disgustado) un evento que se presume indeseable para otra persona
- Regodearse: (contento) un evento presuntamente indeseable para otra persona
- Resentimiento: (disgustado por) un evento que se presume deseable para otra persona
- Esperanza: (contento) la perspectiva de un evento deseable
- Miedo: (disgustado con) la posibilidad de un evento indeseable
- Satisfacción: (contento con) la confirmación de la perspectiva de un evento deseable
- Miedo-confirmado: (disgustado con) la confirmación de la perspectiva de un evento indeseable
- Alivio: (complacido por) la falta de confirmación de la posibilidad de un evento indeseable
- Decepción: (disgustado con) la falta de confirmación de la perspectiva de un evento deseable
- Orgullo: (aprobándose) de la propia acción digna de alabanza
- Es una pena: (desaprobar) la propia acción culpable
- Admiración: (aprobar) la acción loable de otra persona
- Reprobar: (desaprobar) la acción culpable de otra persona
- Gratificación: (aprobar) la acción loable de uno y (estar complacido) el evento deseable relacionado
- Remordimiento: (desaprobando) la propia acción culpable y (disgustado) el evento indeseable relacionado

- Gratitude: (Aprobar) la acción loable de otra persona y (complacerse) el evento deseable relacionado
- Ira: (desaprobando) la acción culpable de otra persona y (disgustado por) el evento indeseable relacionado
- Amor: (me gusta) un objeto atractivo
- Odio: (desagrado) un objeto poco atractivo

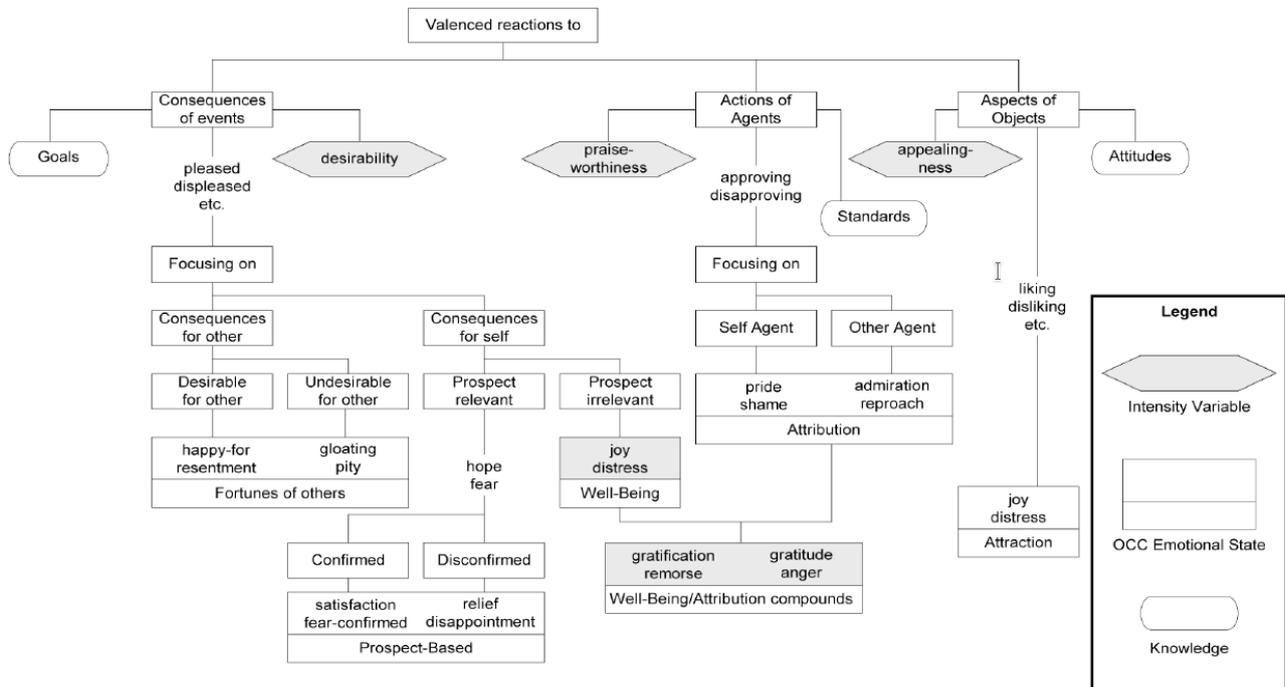


Figura 7: Modelo emocional OCC [24].

Bartneck y colaboradores en *The Relationship Between Emotion Models and Artificial Intelligence* [24] nos describen los pasos para el procesamiento de las emociones de la siguiente manera:

Categorización: en la fase de categorización, el personaje evalúa un evento, acción u objeto, lo que da como resultado información sobre las categorías emocionales afectadas.

Cuantificación: en la fase de cuantificación, el personaje calcula las intensidades de las categorías emocionales afectadas.

Interacción: la clasificación y la cuantificación definen el valor emocional de un determinado evento, acción u objeto. Este valor emocional interactuará con las categorías emocionales actuales del personaje.

Mapeo: El modelo OCC distingue 22 categorías emocionales. Estos deben reducirse a un número diferente de expresiones emocionales diferentes.

2.2.2 Personalidad

En *Fundamentos de psicología de la personalidad* [25], Polaino y colaboradores definen la personalidad como *el correlato psicológico del término persona* que, en otros términos, el conjunto de comportamientos que constituyen la individualidad de una persona. Así, el término personalidad se emplea para describir y clasificar cómo una persona se comporta en lo general tanto en lo externo de la persona (gestos, comportamientos y hechos observables) y su experiencia interior (deseos, pensamientos, sentimientos y creencias) que producirán hechos que luego serán observados en actitud y comportamiento.

En psicología existen diferentes teorías que explican el comportamiento de los humanos y que describen la personalidad humana por *rasgos* o *tipos* de personalidad. Estas teorías tienen en común que cada rasgo es un componente característico de un ser humano, que puede ser utilizado para explicar el comportamiento humano y sus motivos según patrones de comportamiento [2].

Las aplicaciones de emplear personalidad en agentes inteligentes incluyen áreas como la interacción humano-máquina, modelado y estudio de efectos de las personalidades en las interacciones entre los agentes y sus entornos (especialmente los efectos de las personalidades en entornos cooperativos). Según se reporta en [2] por Ahrndt y asociados, las experimentaciones muestran que la personalidad altera fases relevantes en el proceso de toma de decisiones y las diferentes características de personalidad conducen a variedades en el proceso de toma de decisiones. Tratando agentes en conjunto, Durupinar en [17] muestra cómo la introducción de diferentes personalidades en agentes individuales influye en el comportamiento de una multitud.

Esquema de tipos MBTI

El indicador Myers-Briggs (Myers-Briggs Type Indicator – MBTI) [2] propone *tipos* de personalidad y los relaciona con preferencias. Se han realizado trabajos en agentes aplicando esta visión de la personalidad debido a la claridad de la relación de preferencias de comportamiento. Los ejes del indicador MBTI trabajan en dicotomías, razón por la que es fácil de representar en programación. Los ejes son los presentados en la tabla siguiente:

Eje	Dicotomías del eje	
Actitud	Extroversión Iniciador, Expresivo, Entusiasta	Introversión Reservado, Reflexivo, Tranquilo
Percepción	Deducción Concreto, Realista, Práctico	Intuición Abstracto, Imaginativo, Conceptual
Juicio	Pensamiento Lógico, Crítico, Firme	Sentimiento Empático, Compasivo, Complaciente
Estilo de vida	Juicio	Percepción

Eje	Dicotomías del eje	
	Sistemático, Planeador, Metódico	Informal, Espontáneo, Abierto

Según la presencia de tendencia en los ejes es sencillo formar 16 tipos [26] básicos de personalidad alternando los valores de las dicotomías. En seguida se presentan descripciones de estas personalidades, cada una titulada con el identificador que usan los colaboradores del MBTI esto es: cuatro iniciales que indican las dicotomías del eje en el siguiente orden Actitud, Percepción, Juicio y Estilo de vida; después en el mismo orden la palabra a la que corresponde cada inicial, esta siempre es alguno de los extremos de cada eje.

Esquema de rasgos FFM

La personalidad es un patrón de rasgos de comportamiento, temperamentales, emocionales y mentales para un individuo. Todavía hay una gran discusión en la investigación de la personalidad sobre cuántos rasgos de personalidad hay, pero el modelo de Cinco Factores u OCEAN es popular. Muchos de los psicólogos tienden a aceptar al Five Factor Model (siglas FFM) [2] como un marco conceptual para caracterizar los tipos de personalidad, y con ellos las comunidades que trabajan en incluir el rasgo de personalidad en los agentes inteligentes. El modelo de cinco factores también es conocido como OCEAN por las siglas de los factores: Openness, Conscientiousness, Extroversion, Agreeableness, Neuroticism. Estos son las cinco dimensiones que caracterizan un individuo, según distingue el modelo FFM:

- **Apertura a la experiencia** (Openness) está relacionado con la preferencia por actuar de manera inventiva, emocional y curiosa o de manera consistente, conservadora y cautelosa;
- **Conciencia** (Conscientiousness), relacionado con la preferencia por actuar de manera eficiente, planificada y organizada o de manera fácil, espontánea y descuidada;
- **Extraversión** (Extroversion), que se relaciona con la preferencia de una persona por actuar de manera extrovertida, orientada a la acción y enérgica o actuar solitaria, interna y reservada;
- **Amabilidad** (Agreeableness) que indica la preferencia de actuar en manera amistosa, cooperativa y compasiva frente a actuar analítico, antagónico y desapegado;
- **Neuroticismo** (Neuroticism) que se relaciona a la preferencia por actuar de manera sensible, pesimista y nerviosa frente a actuar de forma segura, emocionalmente estable y confiada de sí misma.

2.3 Negociación automática

La negociación es una actividad central en la sociedad humana, aunque es común pensar que el proceso de negociación solo se realiza para lograr acuerdos de compra, acuerdos laborales o acuerdos en política, también lo usamos en situaciones diarias sin prestar mucha atención a qué clase de actividad estamos desarrollando. Estas situaciones pueden ser tan frecuentes y ordinarias como una *salida con amigos*. Continuando con este ejemplo, primeramente el grupo debe acordar la fecha para la reunión, también pueden decidir si dar un paseo en el parque o ir al cine. Si se presta atención, encontramos una segunda situación de negociación en la ubicación, donde seguramente para tomar una decisión se revisarán las películas disponibles en cartelera y su horario. Hacia el final de la tarde puede que tengan hambre generando una nueva situación de negociación ¿Irán a un restaurante o a casa de uno de sus amigos para encargarse de la comida a domicilio? ¿Ordenarán pizza, pollo, comida china...?

Como se puede apreciar en el ejemplo, la negociación permite a un grupo de individuos con distintos intereses encontrar soluciones realistas y satisfactorias. La negociación *es un proceso que trata de lograr un acuerdo*, y este acuerdo puede ser la solución a situaciones en que es necesario alcanzar tratos comerciales, resolver conflictos o para formar alianzas [1]. Para la temática que nos ocupa, los negociadores son agentes inteligentes y para dotarles de esta capacidad debemos dirigirnos a la negociación automática. Este campo está dedicado a la investigación y estudio de las mecánicas y estrategias de negociación, resultando en procedimientos computables usados para la obtención de acuerdos.

Para la implementación de los procesos involucrados en las negociaciones debemos primero entenderla como lo que es, una interacción. En las interacciones las entidades involucradas mantienen una comunicación, pero ¿cómo se han de comunicar? ¿qué se va a comunicar? El **cómo** es resuelto por el protocolo de negociaciones y el **qué** por el modelo de toma de decisiones del agente.

Protocolo de negociación

El protocolo determina el orden general de las acciones que ocurren durante una negociación. El protocolo de negociación es el conjunto de reglas que rigen la forma en que se lleva a cabo la negociación [1]. Los protocolos describen si la negociación ha finalizado, cuál es el acuerdo, qué acciones se pueden hacer en la próxima ronda. Se tiene en cuenta el número de participantes y las acciones válidas de los participantes en cada estado de negociación particular, por ejemplo: qué mensajes pueden ser enviados por quién, a quienes puede enviarlos y en qué etapa. En la literatura pueden ser encontrados algunos protocolos como el 1) Stacked Alternating Offers, 2) Alternating Multiple Offers, 3) Alternating Majority Consensus, 4) Simple Mediator Based y el 5) Mediator Feedback Based.

Modelo de toma de decisiones

El enfoque principal en los modelos de toma de decisiones está en los *módulos de razonamiento* y las *estrategias de negociación* que los agentes emplean para tomar su decisión con el fin de alcanzar sus objetivos. Cuando el protocolo es tal que deja espacio para el razonamiento estratégico, el éxito de un agente se determina por la efectividad de su modelo de toma de decisiones [1]. Durante la negociación, el agente intercambia propuestas con los otros participantes para alcanzar un acuerdo

aceptable, que es un contrato que todas las partes negociadoras acuerdan. El rango de contratos sobre los que se está negociando (es decir, el conjunto de todos los posibles resultados de negociación) se denomina *dominio de negociación*. Por supuesto, las propuestas deben enviarse de acuerdo con ciertas reglas y ser válidas de acuerdo con las restricciones establecidas por el protocolo de negociación. Cada agente tiene *preferencias* sobre el dominio de negociación, que definen el *escenario de negociación* particular.

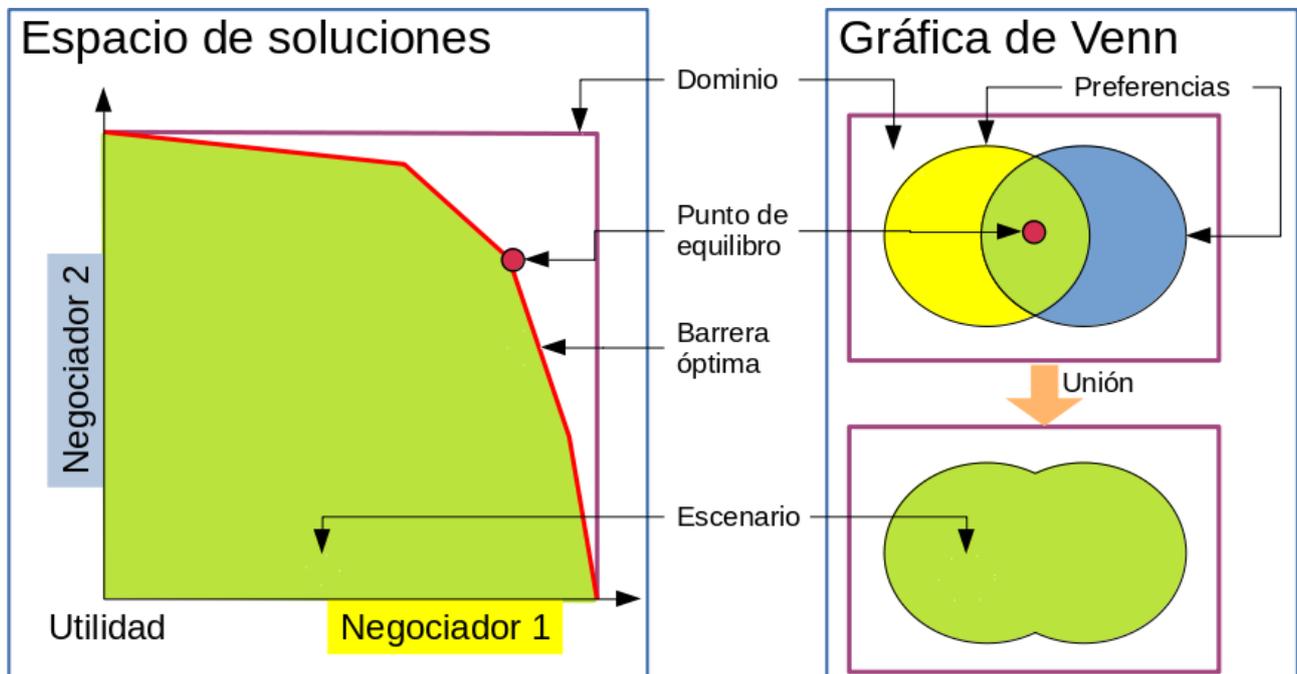


Figura 8: Relación del espacio de soluciones en negociación bilateral.

2.3.1 Enfoques de técnicas de negociación entre agentes.

Varios grupos de investigadores han desarrollado sistemas y técnicas para la negociación automática con paradigma de agentes, que según las observaciones de Huhns y Stephens [13] se identifican en dos vertientes diferenciadas por la situación del agente:

Técnicas centradas en el entorno: los desarrolladores se centran en el problema ¿Cómo se pueden diseñar las reglas del entorno para que los agentes en él, independientemente de su origen, capacidades o intenciones, interactúen de manera productiva y equitativa? El mecanismo de negociación producido debería tener las siguientes características:

- Eficiencia: los agentes no deben desperdiciar recursos para llegar a un acuerdo.
- Simplicidad: el mecanismo de negociación debería imponer bajas demandas de computación y ancho de banda a los agentes.
- Estabilidad: ningún agente debería tener un incentivo para desviarse de las estrategias acordadas.
- Distribución: el mecanismo no debería requerir un decisor central.
- Simetría: el mecanismo no debe estar sesgado contra ningún agente por razones arbitrarias o inapropiadas.

Técnicas centradas en agentes: se centran en encontrar la mejor estrategia para que siga el agente dado un entorno determinado. La mayoría de estas estrategias de negociación se han desarrollado para problemas específicos, por lo que han surgido pocos principios generales de negociación. Sin embargo, hay dos enfoques, cada uno basado en una suposición sobre el tipo particular de agentes involucrados:

- En el primer enfoque se apoya sobre el *acto de habla* junto a una posible semántica común y ambos se utilizan para formalizar los protocolos de negociación y sus componentes. Esto aclara las condiciones de satisfacción para diferentes tipos de mensajes.
- El segundo enfoque se basa en la suposición de que los agentes son *económicamente racionales*. Además, el conjunto de agentes debe ser pequeño, debe tener un lenguaje común y una abstracción común del problema, y debe alcanzar una solución común. Los agentes que siguen este protocolo crean un trato, es decir, un plan conjunto entre los agentes que satisfaría todos sus objetivos. Los agentes discuten un conjunto de todas las ofertas que tienen una utilidad positiva para cada agente dentro de la negociación.

2.3.2 Protocolo de ofertas múltiples alternadas

En muchos protocolos de negociación se emplea el concepto de ronda y turno. Una ronda es una parte de la negociación donde todos los participantes tienen un turno para responder al estado actual de la negociación. Además, si una parte viola el protocolo (al enviar una acción no permitida, o al dejar de funcionar) la negociación finaliza y el resultado es "no acuerdo" para todas las partes.

En el Protocolo de ofertas múltiples alternadas se emplean dos fases: En la fase de licitación, todos los participantes comparten su oferta con los otros participantes. Estas ofertas se muestran a todas las partes en un orden específico de modo que todos saben de quien provienen y pueden responder a ellas en la siguiente fase.

En la fase de votación, todos los participantes votan todas las ofertas de esta ronda de negociación, en el mismo orden en que se recibieron. Si una de las ofertas es aceptada por todas las partes, la negociación finaliza con esta oferta como el acuerdo. En la concepción original de este protocolo solo se permite Aceptar o Rechazar ofertas.

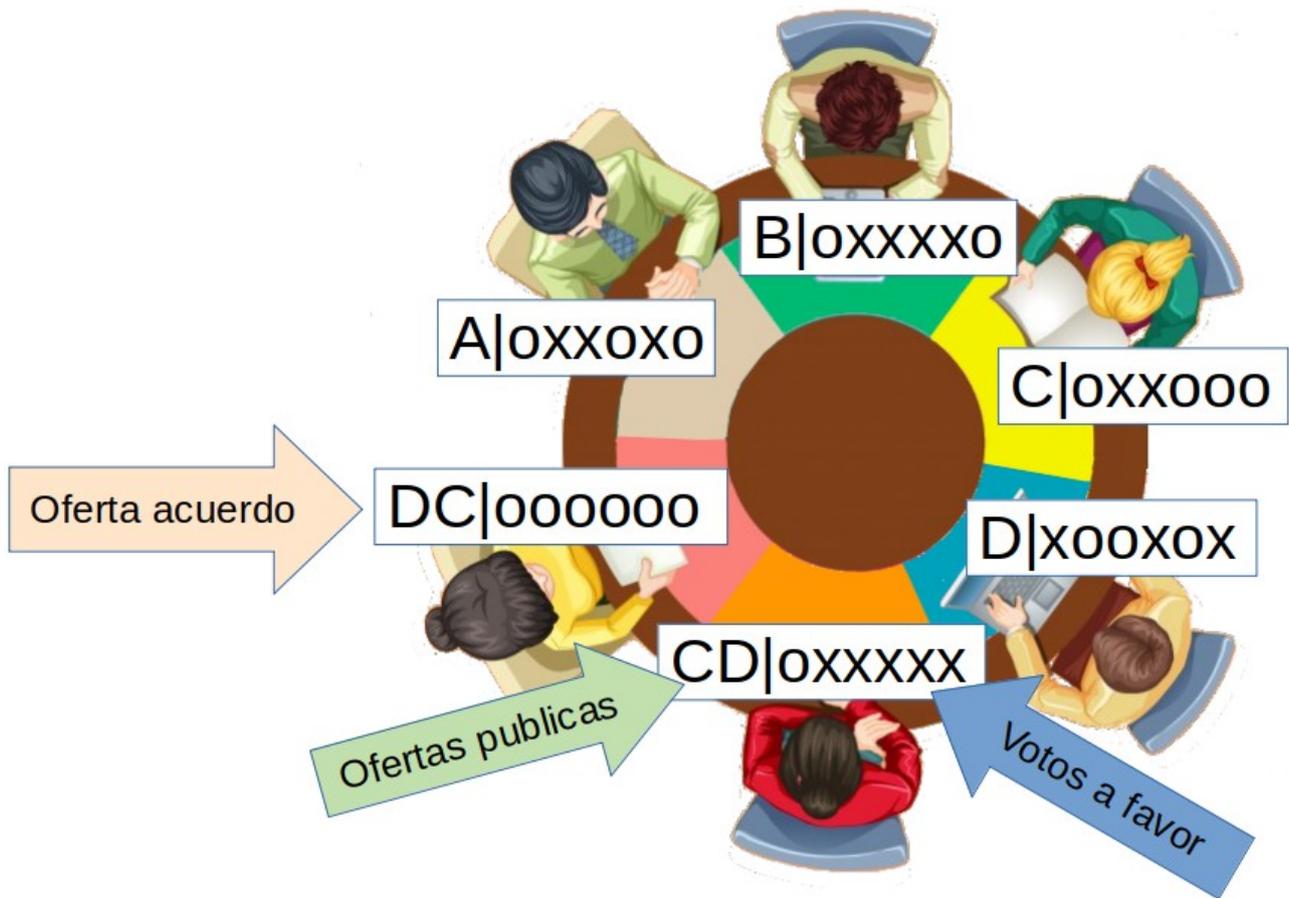


Figura 9: Dinámica del Protocolo de ofertas múltiples alternadas.

El protocolo permite ver y votar sobre las propuestas de todos los negociadores, permitiendo que realicen un análisis de ellas y asociando el conocimiento extraído de las ofertas a los autores de estas. La condición de acuerdo puede emplearse como presión en la negociación, propiciando que los agentes busquen adaptarse aplicando distintas técnicas, por ejemplo, la relajación de la regla de aceptación. Al incluir en el razonamiento personalidad y emociones, el agente tiene la oportunidad de obtener información valiosa de todos los participantes. Adicionalmente, la condición de acuerdo (voto unánime) les presiona a adaptarse a las preferencias de los otros agentes o arriesgarse a no lograr acuerdo. En el caso de que un agente esté poco dispuesto a ceder, obligaría al grupo a usar más rondas (posiblemente todas).

3. Estado del arte en agentes negociadores

Las investigaciones sobre agentes negociadores cuentan con herramientas de software (como GENIUS y IAGO) y metodológicas (AUML, ANML) para apoyarse. Aunque principalmente las características con las que se experimenta son las estrategias de oferta, las estrategias de aceptación y modelos de aprendizaje, es la abstracción de los problemas y de las estrategias las que hacen que sean útiles en campos diversos.

3.1 Distintos aspectos de la negociación automática

El proyecto Pocket Negotiator es un *sistema de soporte para la negociación*, el equipo de investigadores responsable lo ha dividido en cuatro subproyectos que tratan diferentes aspectos de esta clase de sistemas [27]. La finalidad del proyecto Pocket Negotiator [28, 29] es dar capacidad al usuario para explorar el espacio de negociación, reducir la carga de tareas cognitivas del usuario al proporcionar un enfoque y soporte estructurado, y evitar errores mentales mediante la colaboración hombre-máquina.

Estrategias de negociación

Una de las funciones de un sistema de soporte de negociación es aconsejar a su usuario qué ofertas debería proponer a un oponente en una negociación. Tal sistema también debería ser capaz de ayudar a su usuario a evaluar las ofertas recibidas de un oponente: ¿Debería el usuario aceptar una oferta? Si no, ¿qué debería contraofertar? El subproyecto de Estrategias de negociación se nutre con los aportes por Tim Baarslag como la tesis doctoral *What to bid and when to stop*. [1] y trabajo Postdoctoral por Reyhan Aydogan. La investigación en este subproyecto se centra en el diseño de estrategias de negociación eficaces para la negociación automatizada.

Las técnicas basadas en la búsqueda heurística y el aprendizaje automático, como las redes bayesianas, se utilizan en este proyecto para diseñar y mejorar las estrategias existentes de la literatura. La investigación incluye la configuración de una metodología experimental para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas. Las técnicas resultantes también se evaluarán en el dominio particular de la negociación del contrato de trabajo. El proyecto es continuado por el postdoctorado Reyhan Aydogan, quien junto con Catholijn Jonker está desarrollando técnicas para la negociación multipartita y los dominios de negociación no lineal. Como parte de este proyecto, se inició y siguió desarrollando la Competencia Anual de Agentes Negociadores Automatizados (Automated Negotiating Agents Competition – ANAC).

Modelos de Negociación Cualitativa

De acuerdo a Wietske Visser en [30] los sistemas existentes de apoyo a la negociación se basan casi exclusivamente en modelos cuantitativos de preferencias. Sin embargo, es difícil obtener dichos modelos de los usuarios, mientras que las complejas funciones de utilidad también tienen serias limitaciones de cómputo. Los modelos de preferencia cualitativa en muchos aspectos proporcionarían una mejor correspondencia con las representaciones cognitivas humanas permitiendo al usuario humano interactuar más naturalmente con una máquina que negocia en su nombre. La investigación en este subproyecto del Pocket Negotiator se centra en el diseño de un lenguaje expresivo de preferencias cualitativas y las técnicas asociadas para utilizar este lenguaje en la negociación. Las técnicas que deben desarrollarse se relacionan con la obtención de preferencias

cualitativas, el razonamiento con estas preferencias (posiblemente incompletas) y las estrategias de negociación asociadas a ellas.

Interacción y negociación humano-máquina

Para aumentar la eficacia y mejorar la experiencia del usuario, es importante que un sistema de soporte de negociación pueda proporcionar retroalimentación y explicación a su usuario. Alina Hultgren en [31] desarrolla la idea de apoyar a los usuarios en el proceso de negociación con un sistema de soporte informático. La investigación del proyecto se centra en el desarrollo de herramientas y técnicas de interacción hombre-computadora para obtener de manera efectiva las preferencias de un usuario y explicar el proceso de negociación y la funcionalidad proporcionada por un sistema de soporte. La interacción del usuario sería respaldada por un asistente especialmente diseñado para apoyar al usuario de una manera adaptable, fácil de usar e inteligente debe contar con las siguientes características: a) Conocimiento del dominio de la negociación, b) Manejo del perfil del usuario, c) Fácil interacción del usuario, d) Detección del estado de ánimo del usuario y del oponente y e) Detección del foco de atención.

Emoción e interacción en la negociación

En las interacciones humanas las emociones tienen influencia sobre las percepciones y decisiones que producen un comportamiento característico. Joost Broekens ha dedicado trabajos postdoctorales [32, 33] a simular y representar las emociones en distintos proyectos, incluyendo Pocket Negotiator. El proyecto analiza las emociones con distintos enfoques, uno de ellos se dedica a cómo los usuarios pueden *hacer frente a las emociones* en el contexto de las negociaciones. Otro enfoque trabaja en el análisis de los estilos de manejo de conflictos a fin de establecer un instrumento para estimar los *estilos de negociación de conflictos* y los modelos mentales de negociación tanto del usuario como del oponente. Acorde a los varios objetivos dentro del proyecto, se desarrollan las siguientes tareas: 1) Establecer un modelo emotivo que relacione las emociones relevantes de negociación con las preocupaciones y efectos, 2) Proporcionar una herramienta para establecer las emociones y sus fuentes del usuario y oponente (durante y después de la negociación) y 3) Desarrollar formas de hacer que el usuario conozca el papel de las emociones como parte de una herramienta de apoyo a la negociación.

3.2 Software para investigación

En esta sección se presentan GENIUS y IAGO, dos herramientas de software que dan facilidades en el desarrollo y prueba de agentes negociadores. Ambos se han empleado en la realización de los torneos de agentes negociadores en el ANAC [34]. Algunos ejemplos de trabajos relacionados con estas herramientas son *Towards Understanding Negotiation Strategies: Analyzing the Dynamics of Strategy Components* [35] por Dirkzwager, *Algorithms for Automated Multilateral Negotiations* [36] por Xenou y *Results of the First Annual Human-Agent League of the Automated Negotiating Agents Competition* [37] por Mell.

GENIUS

GENIUS siglas de Generic Environment for Negotiation with Intelligent multi-purpose Usage Simulation, es una herramienta que facilita la investigación en el área de la negociación bilateral de múltiples temas [38]. GENIUS permite simular sesiones de negociación individuales, así como torneos entre agentes de negociación en varios escenarios de negociación. También puede usarse en

experimentos con negociadores humanos que negocian contra agentes automáticos u otros seres humanos. Esta herramienta es empleada por el equipo de investigadores del proyecto Pocket Negotiator y en la Competencia Anual de Agentes Negociadores Automatizados (ANAC) [34] desde su primera edición en 2010 hasta la realizada en 2018.

Las funcionalidades principales del sistema GENIUS incluyen la especificación de dominios de negociación, perfiles de preferencias, simulación de negociación bilateral entre agentes y análisis de los resultados de la negociación. GENIUS tiene integrada una caja de herramientas analíticas que calcula soluciones óptimas, como la frontera eficiente de Pareto y el producto Nash. Además puede observar en tiempo real el progreso de una sesión de negociación, al igual que de un torneo. La caja de herramientas visualiza el espacio de negociación trazando las coordenadas de los valores de utilidad de las partes negociadoras.

IAGO

El Interactive Arbitration Guide Online (IAGO) [39] es una plataforma desarrollada por Mell y Gratch en la Universidad del Sur de California. Se creó específicamente como banco de pruebas para la negociación entre agentes y humanos. Esta herramienta fue empleada en la Competencia Anual de Agentes Negociadores Automatizados (ANAC) en su edición del 2017, pues se requirió de múltiples usuarios negociando con los agentes enviados al concurso. Es un sistema de alojamiento de servlets basado en la web que proporciona servicios para la recopilación y registro de datos, proporcionar una GUI en HTML5 para uso por los seres humanos y una API para diseñar agentes con corporeidad y diálogos.

La plataforma se construyó empleando HTML5 y OpenGL, JavaScript se utiliza para crear una comunicación de web socket al back-end, que está construido en Java. IAGO admite una variedad de funciones para la comunicación realista entre agentes humanos como ofertas parciales, declaraciones de obtención de preferencias, frases de argumentación del lenguaje natural (personalizable) y agente virtual humanoide expresivo.

3.3 Trabajos relacionados

Un agente que debe tener interacciones con otros agentes como es el caso de las negociaciones, puede enfrentarse a la situación desfavorable en que el segundo agente genera interacciones de poco o nulo valor. Esta valoración que hace el primer agente acerca del segundo puede ser producida por una interpretación de las acciones del agente, respecto a los objetivos del primer agente. Para comprender el contenido de esta sección observemos la situación del primer agente: este debe resolver como cumplir sus objetivos mientras lidia con agentes que no hacen aporte a ellos. Así que en los siguientes apartados encontramos dos propuestas de agentes negociadores enfocadas a estos dos aspectos, la persecución de objetivos empleando un sistema de razonamiento basado en creencias, deseos e intenciones en un sistema de negociaciones multiagente; el segundo usando el concepto de personalidad para modelar el comportamiento cooperativo en relaciones de dependencia. Finalmente se presenta la propuesta conceptual de un agente negociador que toma el esquema de creencias, deseos e intenciones y toma comportamiento basado en personalidad y emociones para hacerlo adaptable al trato individual con otros agentes.

3.3.1 Agente con creencias, deseos e intenciones

El esquema de razonamiento BDI (beliefs, desires and intentions) representa una mecánica de toma de decisiones aplicable a la negociación automática ya que permite buscar cumplir los objetivos individuales (los deseos) en un entorno que produce nuevos datos para ser interpretados (las creencias) respecto a lo que tomará acciones (las intenciones). Un ejemplo representativo es el trabajo de Kiam Tian Seow y Khee Yin How en [40] donde presentan un algoritmo de colaboración multiagente que utiliza los conceptos del esquema BDI. En este trabajo la negociación es colaborativa ya que involucra el razonamiento e interacción de los agentes en un intento de lograr sus propios objetivos. En el procedimiento general, cada agente colaborador tiene conocimiento local solamente y las intenciones individuales de intercambio de recursos son arbitradas por un agente dedicado a este rol. Este agente arbitro coordina las negociaciones y el agente colaborador comunica sus intenciones esperando respuesta. Los autores consideran que las negociaciones colaborativas permiten plantear un tratamiento de paralelismo al problema, razón por la que extienden algoritmos centralizados anteriores a un enfoque paralelo-distribuido.

3.3.2 Agente con personalidad

Para establecer relaciones de cooperación, los agentes deben estar dispuestos a participar en un comportamiento útil y mantener sus compromisos con otros agentes. Talman y colaboradores en [41] emplean un modelo en el que un agente elige acciones basándose en el grado de utilidad de otros agentes, dada una relación de dependencia entre ellos. Los agentes realizan su tarea asignada por diseño y eligen a un colaborador del que se observa su comportamiento que es interpretado como su personalidad. Los colaboradores atienden las peticiones con cierta frecuencia y dan resultados de distinta confiabilidad, así que las variaciones en su comportamiento son valoradas por los otros agentes. En este modelo, la utilidad de los agentes se caracteriza en términos de cooperación y fiabilidad. La experimentación la realizaron en un juego de negociación en el que los participantes requieren intercambiar recursos para alcanzar sus objetivos, sin información sobre los recursos de los demás. Talman y colaboradores reportan haber demostrado que los agentes que varían cooperación y confiabilidad respecto con quién interactúan, pueden superar a los agentes que no realizan adaptación. Estiman que identificar individuos y adaptar el comportamiento a ellos les permite castigar los comportamientos no útiles contra los que lo son, lo que mejora el rendimiento de todos los agentes en el sistema, incluidos los agentes no útiles.

3.3.3 Procesamiento emocional de objetivos

GAMYGDALA es un motor de software para las emociones [42] Su objetivo es hacer que los videojuegos sean más interesantes, entretenidos y envolventes mediante el modelado de la emoción en personajes no controlados por el jugador como se describe en [43]. Se basa en los métodos de evaluación descritos por el modelo OCC. El desarrollador puede utilizar la salida emocional del motor para cambiar el aspecto del modelo o la animación del personaje en respuesta a su estado emocional, o para determinar el comportamiento del personaje en función de sus emociones.

El motor GAMYGDALA opera principalmente en objetivos y creencias. Todos los objetivos están anotados con un nombre, propietario y utilidad. La utilidad puede tomar el valor de -1 a 1 inclusivo, con -1 que indica que el personaje no quiere que la meta se realice en el mayor grado posible, y 1 indica que el personaje desea que la meta se realice en el mayor grado posible.

Las creencias son eventos que se representan con la información esencial que GAMYGDALA necesita para procesarlas. Las piezas de información requeridas con respecto a un evento son:

- Nombre del evento
- Probabilidad
- Agente causal (se puede dejar vacío)
- Objetivos afectados (se proporciona un valor de congruencia para cada objetivo).

Los valores de congruencia pueden tomar el valor -1 a 1 inclusive, y representan el efecto que tiene el evento en la probabilidad de que se logre un objetivo.

Las metas y creencias se utilizan en el proceso de evaluación del motor para calcular la conveniencia y la probabilidad, las dos variables de evaluación principales que utiliza el motor para determinar el rendimiento emocional. Para un personaje, c , una meta, g , una creencia, b , la conveniencia se define en las siguiente formulas:

$$desirability(b, g, c) = congruence(b, g) * utility(g)$$

$$likelihood(g) = \frac{congruence(b, g) * likelihood(b) + 1}{2}$$

Figura 10: Formulas desirability y likelihood de [42].

GAMYGDALA reconoce dos clases de emociones [42] que pueden experimentar los NPC (Non-Player Character, Personaje No Jugador). En primer lugar las emociones internas que no están relacionadas que no se relacionan con otros NPC, recordemos que GAMYGDALA está pensado para procesar eventos que pueden no estar relacionados con un personaje pero influyen en los objetivos y el desempeño emocional:

- Esperanza (Hope): un objetivo incierto deseable aumenta la probabilidad de éxito o un objetivo incierto indeseable disminuye la probabilidad de éxito.
- Miedo (Fear): un objetivo incierto indeseable aumenta la probabilidad de éxito o un objetivo incierto deseable disminuye la probabilidad de éxito.
- Alegría (Joy): una meta deseable tiene éxito o falla una meta indeseable.
- Angustia (Distress): una meta indeseable tiene éxito o falla una meta deseable
- Satisfacción (Satisfaction): se esperaba que una meta deseable tuviera éxito y triunfa.
- Miedos confirmados (Fears Confirmed): se esperaba que un objetivo indeseable tuviera éxito y lo logra.
- Decepción (Disappointment): se esperaba que una meta deseable tuviera éxito y falla.
- Alivio (Relief): se esperaba que una meta indeseable tuviera éxito y falla.

También define un conjunto de emociones sociales o externas que tienen como objetivo a otro NPC (cuando influye en los objetivos de otros NPC), pero el objetivo también puede ser el propio NPC, el jugador humano o los personajes controlados por el jugador:

- Ira (Anger): un evento no deseado es causado por otro NPC.
- Culpa (Guilt): este NPC causa un evento no deseado para un NPC favorito.
- Gratitud (Gratitude): un evento deseable es causado por otro NPC.
- Gratificación (Gratification): este NPC causa un evento deseable para un NPC que te gusta.
- Feliz por (Happy For): un evento deseable le sucede a un NPC que le gusta.
- Lástima (Pity:): un evento indeseable le sucede a un NPC que le gusta.
- Gloating(Schadenfreude): un evento indeseable le sucede a un NPC que no le gusta.
- Resentimiento (Resentment): un evento deseable le sucede a un NPC que no le gusta.

Una vez que una emoción está determinada por la evaluación, la intensidad se puede calcular con la siguiente ecuación para las emociones internas:

$$intensity(e) = |desirability(b, g, self) * \Delta Likelihood(g)|$$

Figura 11: Formula para intensidad para emociones internas de [42].

Y externas:

$$intensity(e) = |desirability(b, g, q \neq self) * \Delta Likelihood(g) * like(self, q)|$$

Figura 12: Formula para intensidad para emociones externas de [42].

Dónde: q es el otro NPC, y like(self, q) es la representación numérica de cuánto le gusta el personaje q, b es la creencia que se vería afectada y g es el objetivo que se vería afectado.

Para las emociones sociales, la medida en que a un NPC le "gusta" otro NPC es una función del efecto neto de todos los eventos causados por ese NPC.

Cada NPC recibe un conjunto de estados emocionales y posturas sociales predeterminados. Estos estados predeterminados se pueden usar para incorporar un sentido de historia personal y personalidad en los personajes modelados.

Por ejemplo, un personaje que se supone que tiene una personalidad alegre puede tener un estado emocional predeterminado de alegría. Con el tiempo, las emociones y las posturas sociales de los personajes decaen hacia sus valores predeterminados. Como tal, un personaje con un estado emocional predeterminado de alegría volvería a ese estado emocional con el tiempo en ausencia de nuevos eventos que alejen su estado de alegría.

3.3.4 Estado emocional guiado por la personalidad

En su *Modèle d'interaction sociale pour des agents conversationnels animés* [3], Morales-Rodríguez nos presenta un modelo de computo emocional. Este es un modelo comportamental circunflejo en el cual distintos estímulos provocan actualizaciones en el estado emocional

dependiendo de un perfil de personalidad dado. La actualización de los de los valores y cálculos emocionales que se realizan en este modelo circunflejo dependen de un mapeo de las características emocionales afectadas en distinta manera por el perfil de personalidad, entonces cada personalidad o cada individuo con una personalidad tiene distintas afectaciones emocionales incluso delante del mismo estímulo externo y con un estado emocional idéntico. Para actualizarse usa información de contexto la cual es un conjunto de valores que describen el resultado de la evaluación cognitiva de un estímulo en términos de Novedad, Agradabilidad, si es compatible con nuestros Objetivos, cumple con nuestro Estándares y cuál es el Nivel de control en esta situación.



Figura 13: Modelo emocional circunflejo, de [44].

Florencia-Juárez en [44] presenta una implementación del modelo comportamental de Morales-Rodríguez, es una versión en script de Python de una revisión del modelo. Esta implementación llamada CBot nos ofrece procedimientos aislados y variables accesibles que pueden ser empleadas para comunicarse con el agente. Para hacerle funcionar se alimenta al CBot con la información de contexto, corre la rutina de evaluación emocional que depende de los valores en los perfiles de personalidad cargados en una base de datos MySQL. Estos perfiles de personalidad son los que llevará a modificar las diferentes alteraciones en el estado emocional que propone el modelo circunflejo. Si bien el trabajo de Florencia-Juárez es una implementación completa del modelo comportamental propuesto por Morales-Rodríguez, este abarca una serie de eventos y situaciones que no son requeridas para nuestro proyecto de agente por lo que sólo se usarán los módulos de procesamiento emocional basado en perfiles de personalidad, intercambiando información de contexto por información del tipo de emoción e intensidad.

4. Diseño del agente negociador afectivo

En esta sección se aborda la definición de una arquitectura de evaluación-respuesta que emplea personalidad y emociones para influir en el proceso de negociación. Le llamaremos AIPEN a la Arquitectura para la Integración de Personalidad y Emociones la cual se presenta como una arquitectura pensada para formalizar la influencia de personalidad y emociones en los razonamientos de agentes inteligentes que desempeñan alguna actividad, en la siguiente sección la arquitectura se aplica al caso del tema de tesis que es la negociación.

4.1 Arquitectura para la Integración de Personalidad y Emociones en la Negociación

En primeras instancias la arquitectura es lo suficientemente general como para aplicarse a cualquiera de las actividades que puedan desarrollar los agentes inteligentes; sin embargo, no realiza el proceso en sí mismo y en cambio da los elementos que pueden modificar el proceso, esto se ve con mayor claridad en la En la vista más amplia podemos apreciar en la que cuenta con una entrada que es el estímulo, una etapa de evaluación que extrae información del estímulo, una etapa de respuesta que razona el modo en que debe responderse al estímulo y una salida que es la acción que el agente debe realizar.

La etapa de evaluación ocurre en dos niveles, según el intelecto: Externo, ¿qué nos dice el estímulo del exterior? e Interno, ¿cómo afecta a mis propósitos? En el caso de la respuesta, el cálculo ocurre en dos niveles, según la personalidad: Interno, ¿qué respuesta emocional es adecuada en intensidad y tipo? y Externo, ¿cómo debo expresarlo (en la oferta, en el diálogo)?



Figura 14: Diagrama general de la AIPEN.

La Figura 15: Diagrama del primer detalle de la AIPEN. muestra el primer detalle de la AIPEN. La sección izquierda correspondiente a la *Evaluación del estímulo*, da el resultado de una evaluación intelectual y objetiva que está representado como -1/0/1 esto significa que el estímulo puede ser negativo, indiferente o positivo, esta simbología es puramente simbólica y deberá adaptarse a la actividad específica desempeñada por el agente.

En la sección *Respuesta al estímulo* podemos observar cinco etapas correspondientes con el proceso de cinco partes secuenciales identificado en el capítulo Hipótesis de comportamiento:

3: La primera etapa en color café, es la estimación de *Estridencia*, la primera evaluación relacionada con la personalidad y emociones. En ella se determina la novedad del estímulo (y con ello afectación de estrés) y si el estímulo es afín o contrario a nuestros objetivos. El número 3 hace referencia a que en esta etapa el flujo de la arquitectura se divide en 3 dependiendo si se identifica el estímulo como negativo, indiferente o positivo con la nueva información.

P: En color gris, está un filtro de *Personalidad* que resuelve la siguiente situación: dada una personalidad ¿cómo debe repercutir el estímulo en las emociones? Como resultado de su ejecución

quedan determinados el Agrado ante la situación y una serie de valores de peso que actuaran como modificadores del efecto emocional más adelante.

E: En amarillo se identifica el procesado *Emocional*, atendiendo al comportamiento evolutivo de las emociones, sobre un estado emocional previo ¿cuál es el nuevo estado emocional? Esta etapa calcula un impacto emocional generado por el estímulo y con esta nueva información actualiza la relación que tiene con el agente causal del estímulo. Es después de eso en que el impacto emocional pasa a formar parte del estado emocional del agente estimulado.

R: En anaranjado está el cálculo del *Rumbo de acción*, esta actividad consiste en la elección entre un conjunto de estilos, estrategias y expresiones posibles de ejecutar por el agente y que están relacionados con el comportamiento al que está dispuesto según su personalidad y estado emocional. Por ejemplo, en las estrategias de negociación podemos hablar de las del tipo agresivo.

D: Con relleno morado se identifica la etapa de *Desarrollo del rumbo de acción*. Si la etapa anterior estaba enfocada a determinar *el qué* esta etapa se dedica al *cómo*. Así que, partiendo del rumbo de acción, el estado emocional y personalidad definen la intensidad con que se deberá acatar el rumbo. Además, esta intensidad debe expresarse de acuerdo a las inclinaciones de la personalidad variando respecto a si es expresiva, sentimental, etc. Un ejemplo: si es una táctica de negociación agresiva ¿Qué tan agresiva? ¿Debo contra-ofertar (esperando interpretación del otro) o hacer exigencias mediante el diálogo?

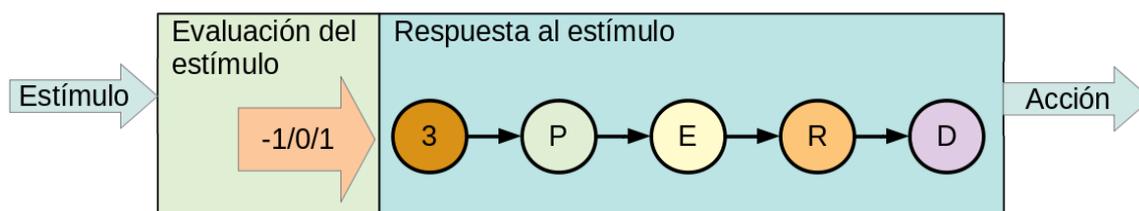


Figura 15: Diagrama del primer detalle de la AIPEN.

La AIPEN en detalle

Como se mencionó anteriormente, AIPEN está pensada como un razonamiento general que debe interpretarse. En nuestro caso una negociación en la que se reciben mensajes de otros agentes, estos mensajes contienen una oferta y una justificación de esa oferta. Si bien el comportamiento general de las negociaciones será dado por el Protocolo de ofertas múltiples alternadas, el razonamiento de los agentes es el que debe producir el contenido de los mensajes, así como razonar a partir de estos para adaptar su comportamiento.

Para los diagramas para la adaptación de la AIPEN se emplean flechas en color blanco que representan los productos generados por los procesos desde los que nacen, sin embargo, ninguna de las flechas apunta a otro procedimiento específico si no que su dirección representa el paso a etapas posteriores. Los límites de las etapas están marcados por líneas punteadas verticales y agrupan columnas de procesos internos de cada etapa, estos procesos se dibujan con recuadros rellenos del color representativo de la etapa; la disposición en columna de los procesos internos indica una ejecución secuencial en orden descendente. Finalmente, las flechas con bordes remarcados son sencillos indicadores de flujo.

Para las explicaciones que acompañan los diagramas a continuación se hará referencia a dos agentes: el agente (o *nuestro* agente) es el que experimenta un estímulo consecuencia de las acciones del segundo agente, para nuestro caso las acciones son mensajes de oferta + justificación, abandonar la negociación, entre otras soportadas por el protocolo; el segundo agente es el agente causal (o el *otro* agente) del que proviene el estímulo. Sólo se emplean dos agentes para simplificar la ilustración de la AIPEN en el contexto de negociaciones automáticas, aun así, la AIPEN es compatible con las dinámicas multilaterales del Protocolo de ofertas múltiples alternadas. También se habla de una Relación, la cual es la suma de todas las acciones del agente causal hacia nuestro agente, esto implica que se lleva un registro de ello.

La *Evaluación del estímulo* se adapta a nuestro caso formulándola con tres procesos, como se observa en la Figura 16: Negociación en AIPEN parte 1.:

- Evaluación de la oferta: se obtiene de ella la utilidad neta de la oferta recibida.
- Evaluación de la justificación: en relación en cómo la justificación ¿es válida? ¿es inteligible?
- Evaluación de la coherencia: en conjunto, ¿qué relación tienen la oferta y la justificación? ¿se contradicen?

En cuanto a la *Respuesta al estímulo*, la adaptación a la negociación se explica a continuación y se muestra también en la Figura 16: Negociación en AIPEN parte 1.:

3: El primer paso consiste en *Actualizar el modelo de oponente* (proceso ligado al elemento de la arquitectura BOA), esto implica analizar el modelo actual y adherir la nueva información. Este modelo del oponente intenta averiguar las preferencias del agente causal, así como su estado emocional y características de personalidad. Gracias a los ajustes del proceso anterior es posible distinguir si un estímulo resulta nuevo en la relación y en la experiencia general del agente. El tercer paso de esta etapa corresponde a calcular que tan contraria o afín es la oferta recibida a nuestros objetivos y preferencias.

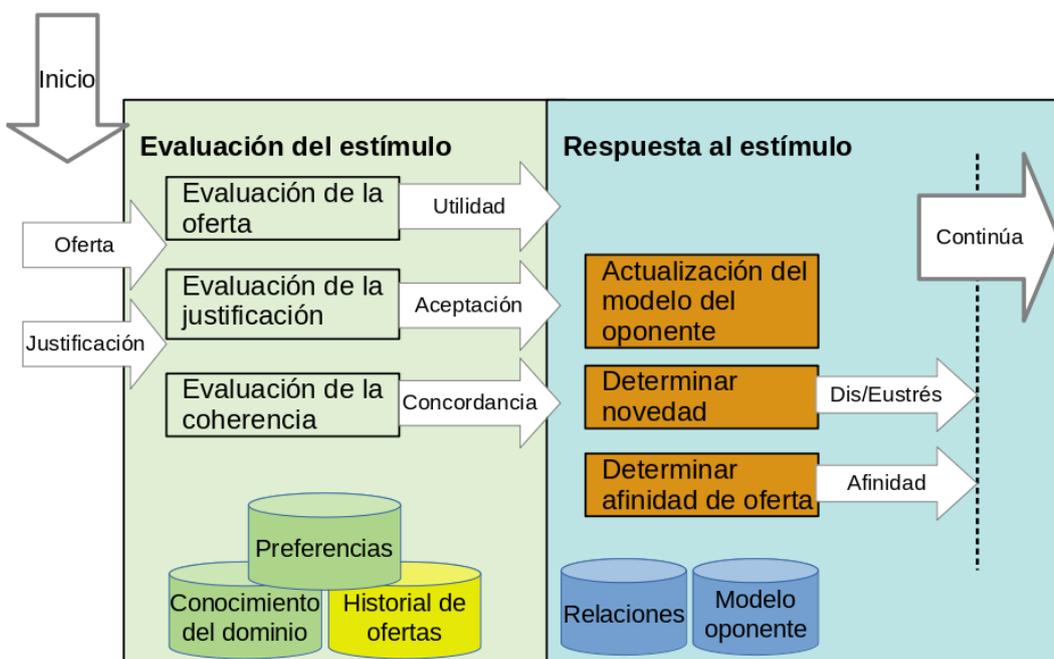


Figura 16: Negociación en AIPEN parte 1.

P: Para aplicar un filtro de personalidad debemos considerar una cuestión particular de la personalidad: para determinar el agrado de la acción del otro agente, primero sin considerar el efecto que esta tiene sobre mi condición ¿la acciones del otro me son agradables? ¿este agrado es más o menos fuerte que el desagrado de verme afectado por esas acciones? ¿la relación con este agente amplifica o atenúa este agrado? La segunda parte del filtro de personalidad consiste en recolectar pesos modificadores que serán aplicados para los siguientes procesos, estos pesos sirven para aplicar el comportamiento de la personalidad sobre las emociones pues a distintas personalidades se han de afectar más o menos en una emoción precisa y del mismo modo responden distinto a las intensidades de estas emociones.

E: El proceso emocional de esta etapa va de tres partes dedicadas a mantener el estado emocional del agente. Primero se calcula el impacto emocional directo e instantáneo que produce el mensaje del agente causal. En la segunda parte este impacto se agrega al registro de acciones asociado al agente causal para actualizar su Relación. La tercera parte emplea casi todos los resultados obtenidos hasta ahora para actualizar el estado emocional del agente. Estas dos etapas están ilustradas en la Figura 17: Negociación en AIPEN parte 2.

R: Ahora, con toda la información disponible, es el momento de obtener un curso de acción para responder. Se considera que, según la personalidad de nuestro agente, el estado emocional y la relación de este con el agente causal, esta etapa puede resultar en exigencias o concesiones para la siguiente oferta que se expondrá al agente causal. Con esto en cuenta se determina la estrategia a seguir con el agente causal para generar contra-ofertas pertinentes (la estrategia de oferta es un elemento de la arquitectura BOA). También debe adaptarse la estrategia de aceptación, pues esta puede suavizarse o ser más rígida. Para determinar el estilo del mensaje de justificación se escoge el tono del mensaje que puede ser reconfortante, amenazante o inexpresivo en cuanto a lo emocional; se escoge buscando expresar el estado emocional y adecuándolo a la relación que tienen los agentes.

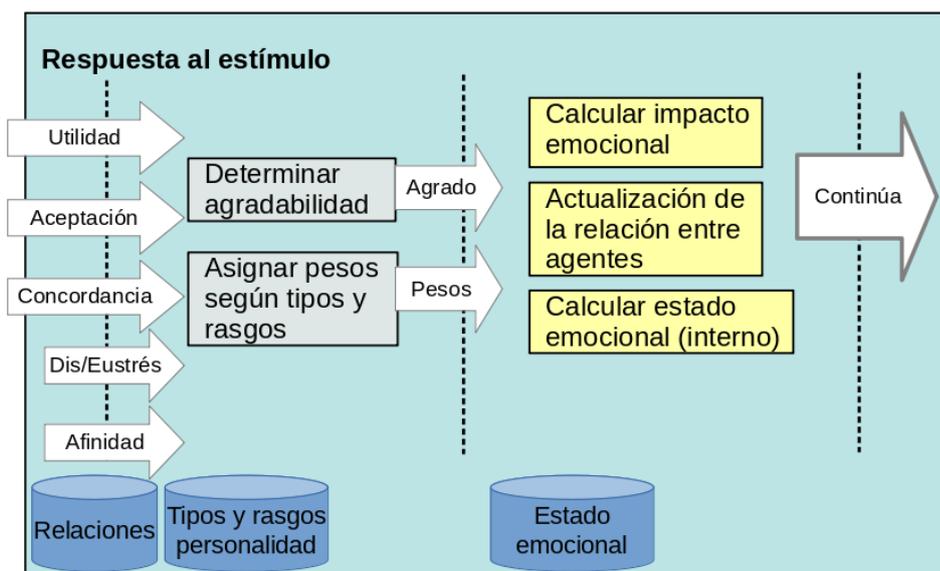


Figura 17: Negociación en AIPEN parte 2.

D: La etapa final es el Desarrollo del rumbo de acción, que encuentra el cómo nuestro agente ejecutará el Rumbo de acción decidido. En términos generales, esta etapa usa toda la información emocional y resuelve ¿cómo una personalidad X expresa un estado emocional Y? Y lo considera

para los tres aspectos del rumbo de acción calculando como o cuanto de exigente debe ser ahora la estrategia de oferta, de la estrategia de aceptación y el tipo de justificación. Para el cálculo de la oferta y la justificación se debe usar una asociación sobre como las personalidades tienden a expresarse, si la personalidad está en el espectro extrovertido y comunicativo es muy probable que ambos campos del mensaje sean reveladores y directos al expresar preferencias y emociones. En la Figura 18: Negociación en AIPEN parte 3 (final). se dibujan estas dos etapas finales.



Figura 18: Negociación en AIPEN parte 3 (final).

Finalmente, solo hace falta identificar estos elementos dentro de la arquitectura propuesta en la Figura 19:

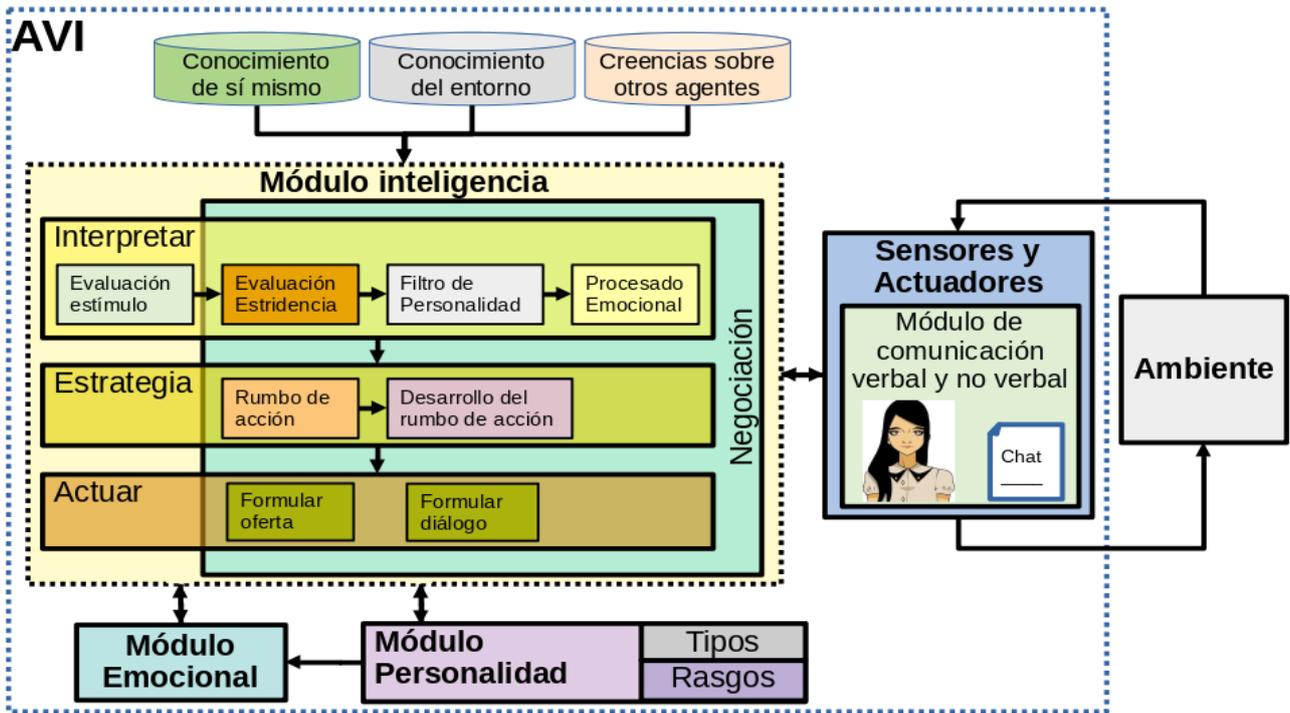


Figura 19: AIPEN en la propuesta de arquitectura de agente negociador.

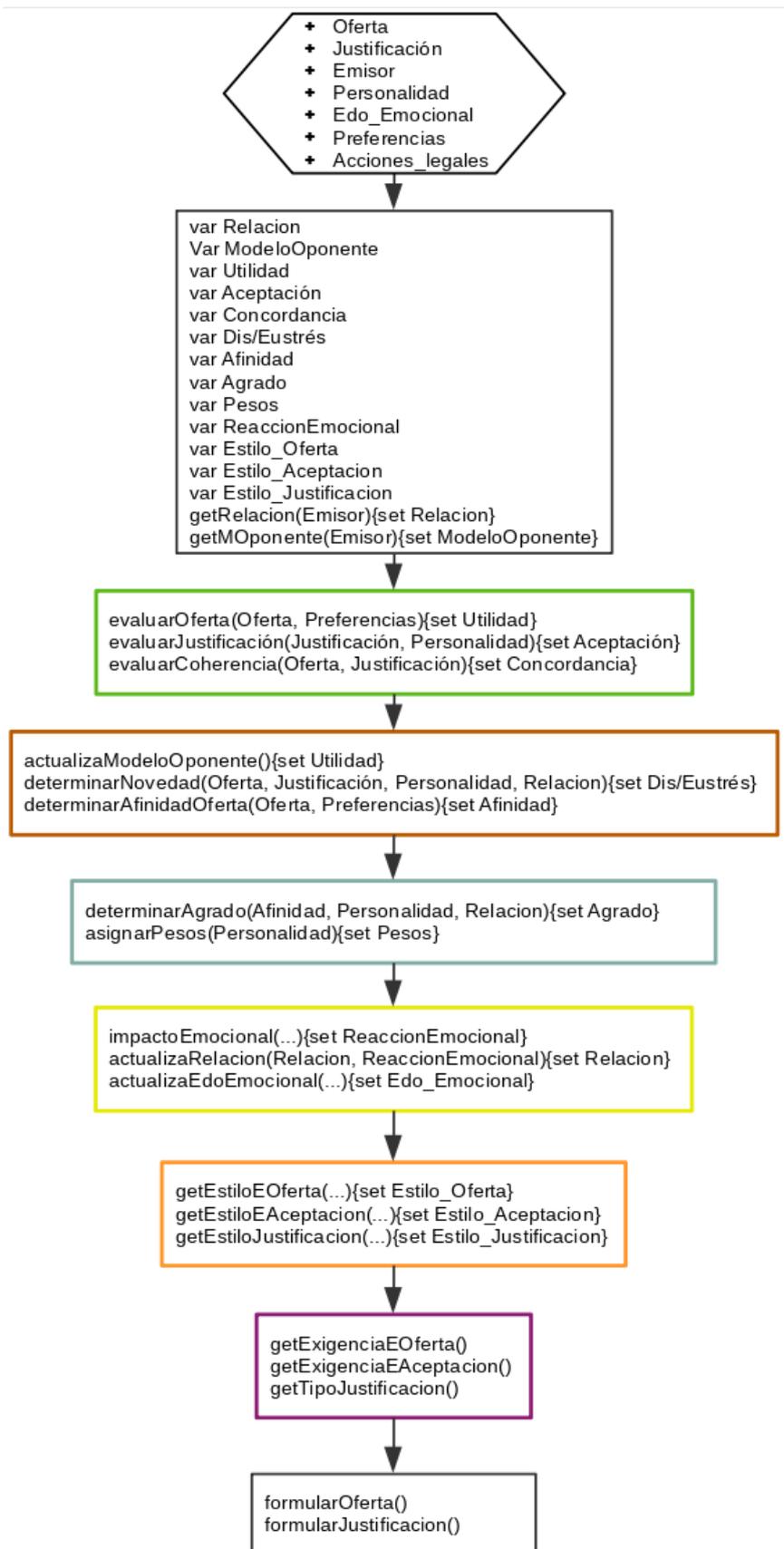


Figura 20: Versión algorítmica de la AIPEN aplicada a la negociación.

El Agente Negociador Afectivo

En este capítulo se tratan los detalles de la implementación del agente negociador con personalidad y emociones que en adelante llamaremos Agente Negociador Afectivo (ANA); se describe la relación de las distintas tecnologías implicadas y los flujos de información que permiten el funcionamiento del ANA, así como las interpretaciones de las afectaciones en el proceso de razonamiento en la negociación.

La implementación se hizo sobre la plataforma de agentes negociadores GENIUS. Esta plataforma fue construida por el equipo del Pocket Negotiator en el lenguaje de programación Java. provee de protocolos e interfaces de configuración para preparar torneos y sesiones aisladas de negociación a demás facilidades para crear agentes negociadores. La arquitectura propuesta AIPEN se observa en la Figura 21 sobre una arquitectura de Agente Virtual Inteligente y se señalan los elementos del esquema BDI. Se indican los almacenes de datos con notas que describen su contenido, los módulos cuentan con flechas de flujo corregidas. Los módulos revisados en el reporte anterior corresponden al almacenamiento de datos (o bases de conocimiento), a los Sensores y Actuadores, al módulo emocional. También se abordaron parcialmente el módulo de personalidad y de inteligencia. En el módulo de inteligencia se trataron como completos los procesos de la fase Interpretar, y en forma conceptual el de Estrategia y de Actuar. La fase de Actuar tiene dos tareas separadas que se dedican a la formación del mensaje de salida que son alimentados por los procesos de Rumbo de acción y Desarrollo del rumbo de acción.

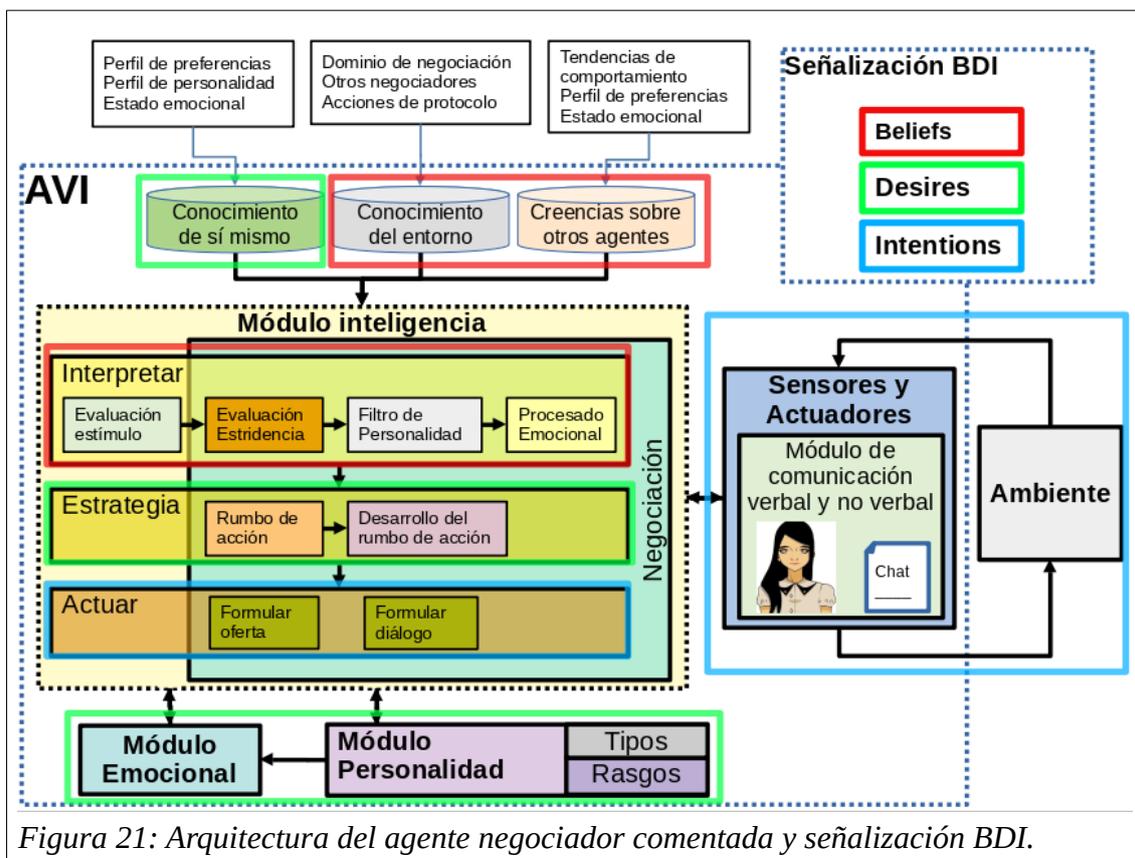


Figura 21: Arquitectura del agente negociador comentada y señalización BDI.

Los procesos identificados en la etapa Interpretar terminan con el Procesado emocional donde la sumatoria de las evaluaciones cognitivas se transforman en una *emoción* y una *intensidad* que deben

afectar el comportamiento del agente según como debería actuar una personalidad ante una emoción. Entonces, para que los procesos de la fase de Estrategia puedan calcular las resoluciones requeridas se necesita que le Módulo de Personalidad contenga un mapeo que use el estado emocional y el perfil de personalidad, de modo que se puedan ajustar parámetros que describan el comportamiento del perfil de personalidad en un determinado estado emocional. El razonamiento para estos ajustes del comportamiento está enfocado únicamente en estos parámetros descriptivos que son: *exploración, exigencia de la Oferta, tolerancia al tipo de Dialogo, exigencia de Aceptación de ofertas, complacencia.*

4.2 Algoritmo general de la implementación

Algoritmo general de la negociación

Para formar una implementación de agente que tome en cuenta la influencia de personalidad y emociones es necesario adherirse a un procedimiento con la suficiente abstracción para admitir las expresiones propias de estas influencias como por el manejo de la cooperación en las negociaciones de muchos a muchos y la selectividad en la formación de alianzas. Con esos pensamientos e inspirado en la literatura se propone una heurística de negociaciones que permite a cada agente desenvolver distintas estrategias. Estas estarían basadas en su perfil de personalidad para preseleccionar un grupo de opciones de acción que en conjunto con un estado afectivo y un estado emocional elige cuál será su siguiente movimiento estratégico. Entonces primero debemos definir el algoritmo general que representa los pasos dentro de una negociación, de manera que una ejecución del ciclo exterior (línea 1) es una ronda de negociación y los ciclos interiores (línea 3 y 12) representan los turnos de oferta y votación respectivamente.

```

1| Mientras Negociación.Acuerdo = Falso OR Rondas < Negociación.Límite+1 :
2|   Formular oferta
3|   Por cada Agente en Negociación :
4|     Leer (Agente.oferta, Agente.diálogo)
5|     Evaluación cognitiva
6|     Actualizar relación afectiva (Agente)
7|     Formular diálogo para (Agente)
8|     Enviar oferta y diálogo
9|   : Fin
10| Actualizar estado emocional (evaluaciones cognitivas)
11| Decidir rumbo de acción (estado emocional, relaciones afectivas)
12| Por cada Agente en Negociación :
13|   Resolver voto para (Agente.oferta)
14|   Formular diálogo para (Agente)
15|   EnviarA (Agente, voto y diálogo)
16|   Leer (Agente.voto, Agente.diálogo)
17|   Evaluación cognitiva
18|   Actualizar relación afectiva (Agente)
19| : Fin
20| Actualizar estado emocional (evaluaciones cognitivas)
21| Decidir rumbo de acción (estado emocional, relaciones afectivas)
22| Rondas = Rondas+1
23| : Fin
24| Por cada Agente en Negociación :
25|   NotificarResultado(Acuerdo)
26| : Fin

```

Figura 22: Algoritmo general del razonamiento de negociación.

Una vez que entendemos el funcionamiento general durante la negociación podemos, podemos señalar la forma en que se generarán las estrategias de negociación. Como se menciona en secciones anteriores, Emoción e Intensidad se utilizan en el resto del proceso de construcción de la acción que tomará el agente negociador. Al actualizar su estado emocional y haber resuelto qué clase de relación tiene con cada uno de los agentes puede calcular su siguiente movimiento estratégico basándose en sus relaciones afectivas, es decir, a los agentes con los que tienen una buena relación de negociación o de dependencia les tendrá más consideración por sus peticiones o demandas que con los que no lo tiene o con los que no tolera seguir la negociación. Se parte de una Oferta ideal que el agente modificará paulatinamente atendiendo a las peticiones de los agentes a los que tienen una relación afectiva. Sin embargo, estas afectaciones no serán directas y automáticas sino que es una probabilidad de ocurrencia, por lo que entre mayor estima tendrá una mayor probabilidad de ocurrir comparados con los que no son estimados. Entonces mediante los perfiles de personalidad tenemos modificadores de exploración para cambiar las ofertas propuestas también modificadores de atención a las demandas y en general qué tan dispuesto estará en agente para modificar su oferta ideal.

Esquemas de la implementación

Las reglas evaluación cognitiva, el almacenamiento de información, procesamiento de la lógica de negociación y la consulta de los perfiles de personalidad se realiza en el código Java en el que está creado el ANA. La evaluación emocional ocurre en la implementación en lenguaje Python del modelo comportamental de Morales-Rodríguez [3]. La implementación del modelo de Morales corrió a cargo de Florencia-Juárez [44] y es una versión en script de Python de un modelo comportamental circunflejo en el cual distintos estímulos provocan actualizaciones en el estado emocional dependiendo de un perfil de personalidad dado.

La actualización de los de los valores y cálculos emocionales que se realizan en este modelo circunflejo dependen de un mapeo de las características emocionales afectadas en distinta manera por el perfil de personalidad, entonces cada personalidad o cada individuo con una personalidad tiene distintas afectaciones emocionales incluso delante del mismo estímulo externo y con un estado emocional idéntico. Si bien el proyecto de Florencia-Juárez es una implementación completa del modelo comportamental propuesto por Morales-Rodríguez, este abarca una serie de eventos y situaciones que no son requeridas para nuestro proyecto de agente ANA por lo que nos limitamos a usar los módulos de procesamiento emocional basado en perfiles de personalidad.

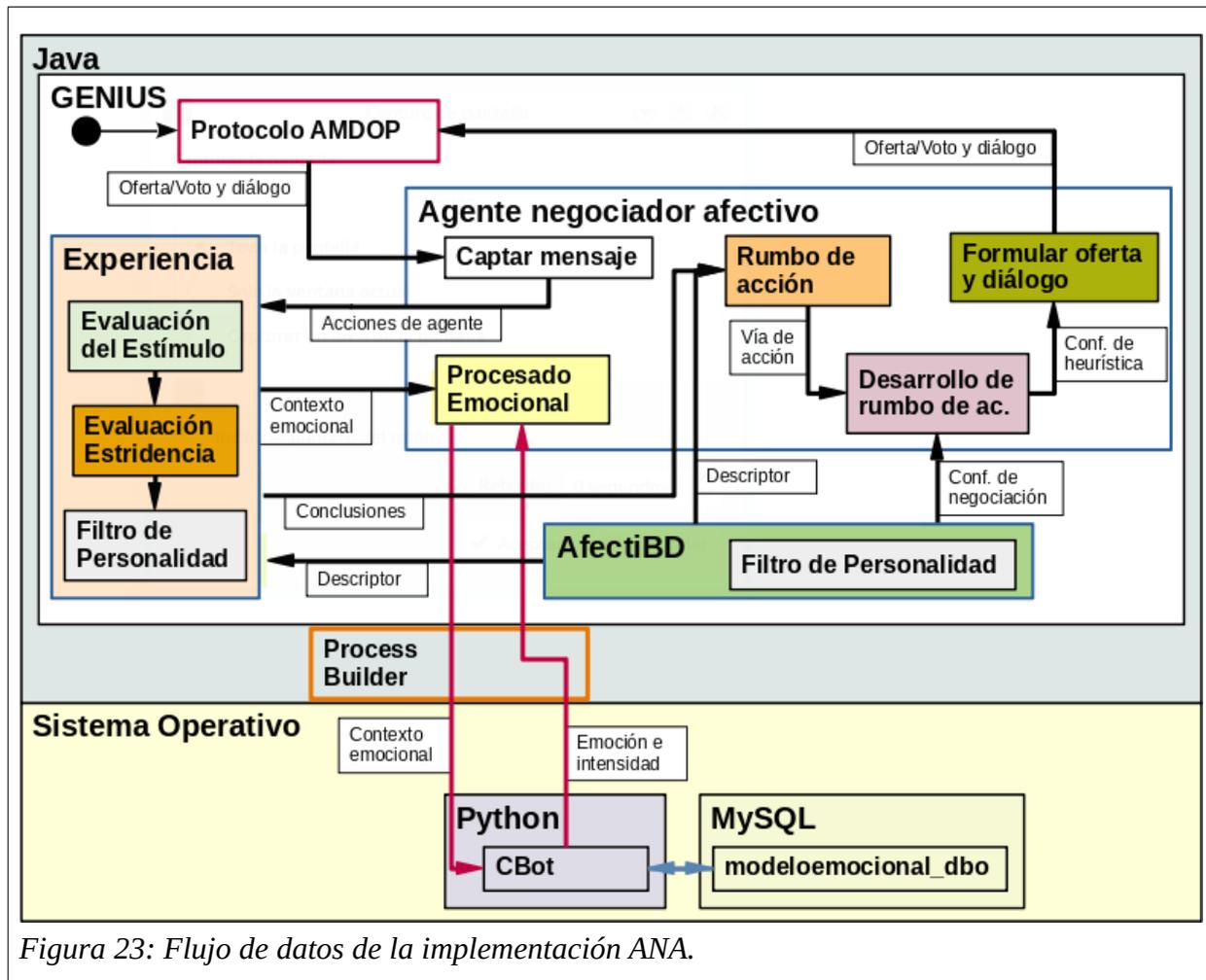


Figura 23: Flujo de datos de la implementación ANA.

La implementación en Python de Florencia-Juárez llamada CBot nos ofrece procedimientos aislados y variables determinadas que pueden ser extraídas para alimentar la arquitectura del ANA, puede enviarnos de retorno el tipo de emoción y la intensidad de esta. GENIUS es la plataforma que nos provee de las herramientas necesarias para crear agentes negociadores, fue creada sobre lenguaje de programación Java. Nuestro ANA entonces tiene disponibles las facilidades de este lenguaje de programación.

Durante su ciclo de vida, el agente ANA se comunica a través de un ProcessBuilder [45] usando la entrada estándar InputStream y salida estándar OutputStream. El ProcessBuilder crea un proceso en el S.O. que invoca al intérprete Python del sistema para que corra una clase intermediaria. El intermediario emplea la entrada estándar para captar texto desde Java de modo que la información que se manda escribir en BufferedWriter desde Java pasa a esta entrada estándar y simula a entrar la información en la consola de comandos por teclado.

Nuestro agente ANA envía la información de contexto en que es un conjunto de valores que describen el resultado de una evaluación cognitiva de un estímulo en términos de Novedad, Agradabilidad, si es compatible con nuestros Objetivos, cumple con nuestro Estándares y cuál es el Nivel de control en esta situación. El intermediario en Python recibe estos datos y alimenta al CBot con esta información de contexto, corre la rutina de evaluación emocional que depende de la alimentación de los perfiles de personalidad cargados en una base de datos en un servidor MySQL. Estos perfiles de personalidad son los que llevará a modificar las diferentes alteraciones en el estado

emocional que propone el modelo circunflejo de Morales-Rodríguez. Una vez concluido el proceso de evaluación emocional se cambian los valores de Emoción e Intensidad que el intermediario puede acceder en el CBot.

El intermediario captura las variables de la instancia de CBot y utiliza la impresión por salida estándar para enviar los datos al agente. El ANA tiene acceso a esa salida estándar ya que el intermediario corre dentro del ProcessBuilder, puede consultarla usando BufferedReader y recibir la información (Emoción e Intensidad) producida por el CBot.

Emoción e Intensidad se utilizan en el resto del proceso de construcción de la acción que tomará el agente negociador. Al actualizar su estado emocional y haber resuelto qué clase de relación tiene con cada uno de los agentes puede calcular su siguiente movimiento estratégico basándose en sus relaciones afectivas, es decir, a los agentes con los que tienen una buena relación de negociación o de dependencia les tendrá más consideración por sus peticiones o demandas que con los que no tiene en estima o con los que tienen un grado bajo de cooperación a la negociación.

La gráfica por canales de la Figura 24 nos ayuda a identificar el orden de ejecución de las actividades de cada una de las piezas de software en este proyecto. Se inicia en el recuadro superior del canal del protocolo AMDOP. Las tareas señaladas con colores forman parte de una actividad de la arquitectura AIPEN.

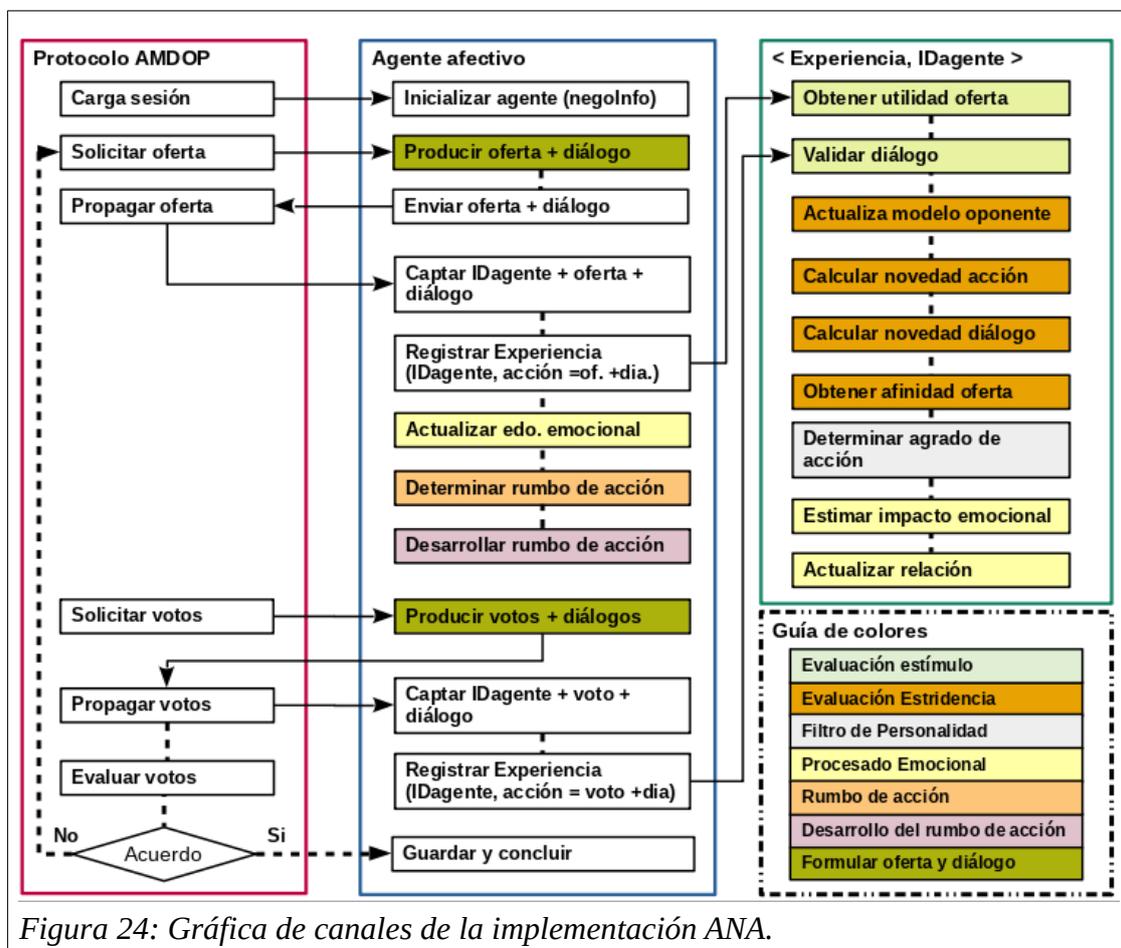


Figura 24: Gráfica de canales de la implementación ANA.

```

1| Define mpps un Perfil de Personalidad a simular por el agente evaluador
2| Define mppn un Perfil de Preferencias de negociación para el agente evaluador
3| Define experiencia[ agente ] una lista de experiencias asociadas a un agente causal
4| Define Oferta = [opcion validos para cada tema de negociación]
5| Define dialogo [ Tipo, Relacion, Topico, Motivo ]
6| Define accion = ( accionLegal = { Oferta, VotoAceptar, VotoRechazar } ,
    dialogo = { Vacío, Preferencia, Postura, Emocional } )
7| Define naee un núcleo de actualización del estado emocional
8| Define emocion una emoción reconocida por el naee
9| Define intensidad un escalar reconocida por el naee

```

Figura 25: Estructura de datos del Agente Negociador Afectivo.

4.3 Evaluación cognitiva del ANA

Las evaluaciones cognitivas ocurren en las tareas de Evaluación del estímulo, Evaluación de la Estridencia y en el Filtro de Personalidad, ubicadas en la clase *Experiencia*.

La **Evaluación del estímulo** se encarga de obtener la utilidad de la oferta recibida y evaluar si el diálogo es válida e inteligible. La utilidad de una oferta es fácilmente calculada con `genius.core.utility.AdditiveUtilitySpace.getUtility(Bid bid)` que nos retorna una utilidad normalizada en el rango de 0 a 1. Y en cuanto al diálogo se diseñaron los tipos de diálogo con una función `toString` que limita las opciones admisibles para formar una cadena que represente al objeto de diálogo, de modo que al invocarla se revisa su estado y se determina si el mensaje puede ser formado o no.

```

10| Define un agente_causal asociado a esta estructura de experiencia
11| Define historialDeOfertas []
19| Define determinarNovedad( accion ) {
20|     Si Length( historialDeOfertas ) == 0
21|         retorna 0
22|     Si no
23|         accionNovedosa = 0
24|         dialogoNovedoso = 0
25|         Casos de accion
26|             Caso Oferta
27|                 Si enRango( articulosCoincidentes, promedioAC +- tolerancia )
28|                     accionNovedosa = 0
29|                 Si no
30|                     accionNovedosa = 1
31|             Caso Voto
32|                 Si diferenciaSignificativa( porcentajeAceptar, porcentajeRechazar )
33|                     Si votoMasFrecuente == accion
34|                         accionNovedosa = 0
35|                     Si no
36|                         accionNovedosa = 1
37|                 Si no
38|                     accionNovedosa = 0
39|         Terminar casos
40|     Fin de Casos
41|     calcularProporcionDeDialogos()
42|     Si diferencia( dialogoMasUsado, accion.dialogo ) > tolerancia
43|         dialogoNovedoso = 1
44|     Si no
45|         dialogoNovedoso = 0
46|
47|     retorna accionNovedosa OR dialogoNovedoso
48| }

```

Figura 27: Algoritmo evaluador de Novedad.

La **Evaluación de la Estridencia** primeramente actualiza el modelo de oponente, es decir: cuantifica los cambios de la oferta actual respecto a la anterior, actualiza contadores que vigilan las propiedades de los diálogos y en el caso de las votaciones calcula la proporción de positivos y negativos. Para obtener la **novedad de la acción** tenemos dos casos:

- La **novedad del voto** se obtiene de la proporción de sus posibles valores, si la diferencia de estas proporciones supera un umbral de 0.15 (o 15% de diferencia), el voto será novedoso solo si pertenece al grupo de menor proporción.
- La **novedad de la oferta** se calcula partiendo del número de artículos que permanecieron sin cambios respecto a ofertas anteriores. Obtenemos el promedio de artículos coincidentes en las distintas rondas y normalizamos este promedio y los elementos coincidentes de la oferta actual dividiendo ambos con el número de artículos de la negociación. Entonces, si el valor de artículos coincidentes normalizados se encuentra dentro del rango de promedio normalizado +- un umbral de 0.15, no hay novedad ya que no ha cambiado una cantidad inusual de artículos (basado en su historia).

```
49| Si accion == Oferta
50|     contexto[ Objetivos ] = ( utilidad( oferta, mppn ) < tolerancia)
51| Sino
52|     contexto[ Objetivos ] = ( accion == VotoAceptar )
```

Figura 28: Obtención del valor de contexto para el cumplimiento de Objetivos.

Para la **afinidad de la oferta** debemos retomar el tema del cálculo de la utilidad de una oferta. El cálculo de la utilidad mediante `utilitySpace.getUtility(oferta)`; se basa en el perfil de preferencias, que le asigna pesos a cada aspecto a negociar. El cálculo por la fórmula aditiva genera valores en que la máxima utilidad es 1 y la mínima 0. Al obtener la utilidad de una oferta formulada por otro agente se calcula según nuestro perfil de preferencias. En este sentido, la utilidad es el valor de la oferta para nuestras preferencias, entonces a mayor utilidad la oferta es más conveniente.

El **Filtro de Personalidad** se dedica a **determinar la agradabilidad** de la última acción del agente causal. Como primer criterio, se considera que las votaciones positivas son siempre agradables. En cambio, un voto negativo tiene una evaluación más profunda que se centra en el diálogo que le acompaña: en los casos en que el diálogo presente el atributo *Tipo* como ADVERTENCIA o AFIRMACION se avanza a la siguiente etapa relacionada con el atributo *Relacion*; en cambio si el atributo *Tipo* es PREGUNTA pasa directamente a ser verificado con la tolerancia del perfil de personalidad.

Para la fase que evalúa el atributo *Relacion* se considera que los casos de valor CAMBIAR o CEDER debe procederse contrastando los elementos que se sugiere modificar, la agradabilidad dependerá de que tan preferido sea el artículo. Para los casos en que *Relacion* tenga configuración FELICITAR o MEJOR, se considera automáticamente agradables ya que no se prevé la existencia de un diálogo desfavorable con estas propiedades. El mismo razonamiento se aplica para los valores de RECLAMAR o PEOR, automáticamente desagradables. En configuraciones con valores de *Relacion* en IGNORAR, IGUAL o PEDIR pasa a ser verificado con la tolerancia del perfil de

personalidad a ser ignorado, la frustración (al seguir igual en la negociación, sin empeorar ni mejorar) o al que se le de libertad sobre determinado artículo.

```

53| Define determinarAgrado( accion ) {
54|     Si accion == VotoAceptar
55|         retorna 1
56|     Si no
57|         msj = accion.dialogo
58|         Si Tipo(msj) == Pregunta
59|             Si esIntrovertido(mpps)
60|                 Si esAmigo()
61|                     retorna 1
62|                 Si no
63|                     retorna 0
64|             Si no
65|                 retorna 1
66|         Casos de Relacion(msj)
67|         Caso CAMBIAR
68|             Si esEstable(mpps)
69|                 Si empatia > cambioPorAmistad
70|                     retorna 1
71|                 retorna 0
72|             Si no y empatia < 1/4
73|                 retorna 0
74|             retorna 1
75|         Caso CEDER
76|             Si esCooperativo(mpps)
77|                 Si empatia <= 1/4
78|                     retorna 0
79|                 retorna 1
80|             Si no y empatia >= cambioPorAmistad
81|                 retorna 1
82|             retorna 0
83|         Caso FELICITAR
84|             retorna 1
85|         Caso IGNORAR
86|             Si esIndividualista(mpps)
87|                 Si esExcluido()
88|                     retorna 1
89|                 retorna 0
90|         Caso IGUAL
91|             Si esEstable(mpps) OR esAmigo()
92|                 retorna 1
93|             retorna 0
94|         Caso MEJOR
95|             retorna 1
96|         Caso PEDIR
97|             Si esCooperativo(mpps)
98|                 retorna 1
99|             retorna 0
100|         Caso PEOR
101|             retorna 0
102|         Caso RECLAMAR
103|             retorna 0
104|         Fin de Casos
105|     }

```

Figura 29: Algoritmo para evaluación del Agrado de una acción.

Una vez que se actualiza el modelo de todos los oponentes se actualiza el estado emocional del ANA.

```

106| Para cada agente en experiencia
107|     actualizar( naee, agente.contexto, emocionAnterior, intensidadAnterior)
108|
109| emocion, intensidad = nuevoEstado( naee )

```

Figura 30: Actualizar estado emocional del ANA.

4.4 Mapeo de tipos de personalidad MBTI

El indicador Myers-Briggs (Myers-Briggs Type Indicator – MBTI) [2] propone *tipos* de personalidad y los relaciona con preferencias. Se han realizado trabajos en agentes aplicando esta visión de la personalidad debido a la claridad de la relación de preferencias de comportamiento. Los ejes del indicador MBTI trabajan en dicotomías, razón por la que es fácil de representar en programación. Los ejes son los presentados en la tabla siguiente, a los cuales se les ha identificado un rol dentro del comportamiento del Agente negociador afectivo:

Eje	Dicotomías del eje		Rol
Actitud	Extroversión Iniciador, Expresivo, Entusiasta	Introversión Reservado, Reflexivo, Tranquilo	Cómo expresa su razonamiento.
Percepción	Sensorial Concreto, Realista, Práctico	Intuición Abstracto, Imaginativo, Conceptual	Qué datos le resultan más valiosos.
Juicio	Pensamiento Lógico, Crítico, Firme	Sentimiento Empático, Compasivo, Complaciente	Qué herramientas usa para afrontar situaciones.
Estilo de vida	Juicio Sistemático, Planeador, Metódico	Percepción Informal, Espontáneo, Abierto	Cómo resuelve las situaciones.

Según la presencia de tendencia en los ejes es sencillo formar 16 tipos [26] básicos de personalidad alternando los valores de las dicotomías. Como en reportes anteriores, el identificador que usan los colaboradores del MBTI para referirse a los tipos de personalidad se compone de cuatro iniciales que indican las dicotomías del eje en el siguiente orden: Actitud, Percepción, Juicio y Estilo de vida.

Para la implementación del modelo de comportamiento se generó un mapa de personalidades que tiene como objetivo agrupar los tipos de personalidad enfocándose primero en la forma en que perciben las cosas (iNtuition - Sensing). La razón de esto es que la tendencia en la Actitud (Intraversion – Extraversion) nos indica como dirige hacia el mundo su razonamiento, en cambio Percepción, Juicio y Estilo de vida pueden relacionarse más con el razonamiento. En cambio se

considerará que las siguientes clasificaciones tienen siempre una vertiente de Introversión y otra de Extroversión.

La agrupación por **Percepción** antes propuesta produce dos grandes grupos:

Intuition N: INTJ, INTP, ENTJ, ENTP, INFJ, INFP, ENFJ, ENFP

Sensing S: ISTJ, ISFJ, ESTJ, ESFJ, ISTP, ISFP, ESTP, ESFP

Ahora bien, el indicador **Juicio** (Thinking – Feeling) divide en dos el grupo Intuition N:

Intuition N + Thinking T: INTJ, INTP, ENTJ, ENTP

Intuition N + Feeling F: INFJ, INFP, ENFJ, ENFP

Y el indicador **Estilo de vida** (Judging – Perceiving) divide en dos el grupo Sensing S:

Sensing S + Judging J: ISTJ, ISFJ, ESTJ, ESFJ

Sensing S + Perceiving P: ISTP, ISFP, ESTP, ESFP

Tenemos un total de cuatro grupos de personalidades (Figura 31) que comparten algunos rasgos primarios y secundarios. Por ejemplo, todos los grupos tienen las vertientes de Introversión y Extroversión.

El grupo de los **Analíticos** se distingue por tener **Percepción** sensorial y **Juicio** guiado por el pensamiento, independientemente de su **Estilo de vida**, una característica secundaria. Los consideraremos racionales, independientes y de perspectiva utilitaria, con dificultades en lo social.

Por otro lado, el grupo de los **Guardianes** se distingue por tener **Percepción** intuitiva y un **Estilo de vida** sistemático, independientemente de su **Juicio**. Los consideraremos cooperativos, ordenados, adheridos a sus planes y estables.

Analíticos Distintivo: Intuition + Thinking		Guardianes Distintivo: Sensing + Judging	
Intraversión	Intraversión + Intuition + Thinking + Judging Extraversión + Intuition + Thinking + Judging	Intraversión	Intraversión + Sensing + Thinking + Judging Extraversión + Sensing + Thinking + Judging
Astutos Distintivo: Intuition + Feeling		Exploradores Distintivo: Sensing + Perceiving	
Intraversión	Intraversión + Intuition + Feeling + Judging Extraversión + Intuition + Feeling + Judging	Intraversión	Intraversión + Sensing + Thinking + Perceiving Extraversión + Sensing + Thinking + Perceiving
Extraversión	Extraversión + Intuition + Feeling + Judging Extraversión + Intuition + Feeling + Perceiving	Extraversión	Extraversión + Sensing + Thinking + Perceiving Extraversión + Sensing + Feeling + Perceiving

Figura 31: Mapa de cuadrantes de las personalidades.

El grupo de los **Astutos** se distingue por tener **Percepción** sensorial y **Juicio** guiado por los sentimientos, independientemente de su **Estilo de vida**. Los consideraremos empáticos, asesores, imaginativos, dificultades con razonamiento frío.

Finalmente, el grupo de los **Exploradores** se distingue por tener **Percepción** intuitiva y un **Estilo de vida** espontáneo, independientemente de su **Juicio**. Los consideraremos espontáneos, disfrutan nuevas experiencias, facilidad para convencer.

En revisión de la literatura se encontró que la agrupación realizada es similar a la presentada por Keirse y en [46], donde hace un análisis del MBTI y presenta los grupos Guardian (SJ – Guardianes), Artisan (SP – Exploradores), Idealist (NF – Astutos) y Rational (NT – Analíticos). Sin embargo, Keirse sigue dividiendo estos grupos hasta llegar a 16 grupos, coincidentes con la configuración básica MBTI. El propósito de nuestra clasificación de grupos es la de simplificar.

4.5 Implementación del perfil de personalidad

Mientras que las reglas y procesos de la fase de Interpretar extraen datos del mensaje del otro agente, los procesos de la fase de Estrategia captan del Módulo de Personalidad una serie de componentes que permiten plantear un rumbo de acción definido en tipo y cantidad. El programa principal lee de un archivo el perfil de personalidad, este perfil se compone de una descripción de la personalidad en el esquema MBTI (cuatro letras que indican el tipo) y OCEAN (cinco características calificadas de 0 a 100). Para almacenar el perfil de personalidad y mapear las afectaciones de comportamiento se creó la clase *AfectiBD*, una instancia de esta clase capta en el constructor las descripciones de personalidad en MBTI y OCEAN.

```
110| Define perfil MBTI[4]
111| Define perfil OCEAN[5]
112| Define enumeración MBTI1bl { Actitud, Percepcion, Jucio, EstiloDeVida }
113| Define enumeración Emocion { alegria, tristeza, miedo, enojo, neutro, sorpresa, placer,
    resignacion, angustia }
114| Define enumeración Espectro { Analitico, Astuto, Guardian, Explorador }
115| Define enumeración Contexto { Novedad, Agradabilidad, Objetivos, Estandares,
    Niveldecontrol }
116| Define enumeración Tono { Amigable, Aspero, Neutro, Inexpresivo }
117| Define exploracion[ Length(Emocion) ]
118| Define exigenciaOferta[ Length(Emocion) ]
119| Define toleranciaDialogo[ Length(Emocion) ]
120| Define exigenciaAceptacion[ Length(Emocion) ]
121| Define complacencia[ Length(Emocion) ]
122| Define Severidad = getNeuroticismo()/15
123| Define UmbralAmistad = 0.6
```

Figura 32: Estructura de datos de la clase *AfectiBD*.

Clase *AfectiBD*

La clase *AfectiBD* contiene el perfil de personalidad al que está representando el agente y una serie de procedimientos y valores para obtener información acerca de este perfil. Esta clase es principalmente de consulta y es usada por los procesos en la etapa de Estrategia como muestra la Figura 35. En ella se contienen los siguientes elementos:

- a) Reconoce las emociones de *alegría, tristeza, miedo, enojo, neutro, sorpresa, placer, resignación y angustia*, que son los posibles resultados computados por el modelo circunflejo expone Morales-Rodríguez en [3].

- b) Reconoce los espectro de personalidad señalados en la sección 4.4 Mapeo de tipos de personalidad MBTI en Analítico, Astuto, Guardián, Explorador.

```

188| Define clasificarEspectro() {
189|     Si MBTI[Percepcion] == Intuition
190|         Si MBTI[Juicio] == Thinking
191|             espectro = Analitico
192|         Si MBTI[Juicio] == Feeling
193|             espectro = Astuto
194|     Si MBTI[Percepcion] == Sensing
195|         Si MBTI[Juicio] == Judging
196|             espectro = Guardian
197|         Si MBTI[Juicio] == Perceiving
198|             espectro = Explorador
199| }

```

Figura 33: Clasificador de tipos de personalidad.

- c) Incluye identificadores para el contexto de evaluación cognitiva de la implementación CBot de Florencia-Juárez explicada en [44] que son Novedad, Agradabilidad, Objetivos, cumplimiento de Estándares y Nivel de control.
- d) Identifica los tonos de dialogo Amigable, Áspero, Neutro e Inexpresivo, que corresponden al sentido en que los agentes pueden dar a sus diálogos.

Tono	Descripción
Amigable	Se asocia con un comportamiento cooperativo, emociones placenteras y diálogos de contenido agradable.
Áspero	Se asocia con un comportamiento poco cooperativo, emociones poco placenteras y diálogos de contenido poco afable.
Neutro	Se asocia con un trato sin inclinaciones fuertes (como el ser cooperativo o no serlo), enfocado hacia diálogos de contenido practico y trato cordial sin asociación directa a las emociones.
Inexpresivo	Se asocia con un trato sin inclinaciones a revelar información más de lo estrictamente necesario. Está enfocado a usar pocos o nulos diálogos, sin asociación directa a las emociones.

- e) Clasifica el perfil de personalidad en los espectros de personalidades definidos en la sección 4.4 Mapeo de tipos de personalidad MBTI: El primer indicador es la Percepción que cuando es Intuición pasa al segundo indicador que es el Juicio. Cuando el indicador de Juicio es Pensamiento el espectro es Analítico, y cuando es Sentimiento el espectro es Astuto. Si el indicador de Percepción (primero) es Sensorial, el siguiente indicador es el Estilo de Vida. Cuando el indicador de Estilo de Vida es Juicioso el espectro corresponde al Guardián, y cuando es Perceptivo el espectro asignado es el Explorador.
- f) Determinar el *umbral de amistad*, que es la proporción necesaria de Agradabilidad para que otro agente sea clasificado como amigo. Su variación se guía determinando si el perfil de personalidad posee las propiedades de *individualista* y *cooperativo*. El valor del umbral

crece si es un perfil de personalidad Individualista y aun más cuando no es Cooperativo, por otro lado el umbral disminuye si el perfil no es Individualista y aun más si es Cooperativo.

- g) Calcula un valor de *Severidad* que representa la intensidad de la expresividad, basada en la intensidad del estado emocional devuelto por CBot. La Severidad base es 1/15 del valor de Neuroticismo del perfil de personalidad y para ajustarla se usa 1/1500 del valor de intensidad según la relación de la siguiente tabla:

Espectro \ Emoción	Guardián	Astuto	Analítico	Explorador
Sorpresa	+ ajuste	- ajuste	- ajuste	- ajuste
Alegría	- ajuste	- ajuste	- ajuste	- ajuste
Placer	- ajuste	- ajuste	- ajuste	- ajuste
Resignación	- ajuste	sin ajuste	- ajuste	- ajuste
Angustia	+ ajuste	+ ajuste	+ ajuste	+ ajuste
Enojo	+ ajuste	+ ajuste	+ ajuste	+ ajuste
Miedo	+ ajuste	+ ajuste	- ajuste	+ ajuste
Tristeza	+ ajuste	+ ajuste	- ajuste	+ ajuste
Neutro	sin ajuste	sin ajuste	sin ajuste	+ ajuste

```

291| Define ajusteSeveridad( emocion, intensidad ) {
292|     ajuste = intensidad/1500
293|     Casos de emocion
294|         Caso sorpresa
295|             Si espectro == Guardian
296|                 Severidad += ajuste
297|                 Terminar caso
298|         Caso resignacion
299|             Si espectro == Astuto
300|                 //Sin cambios
301|                 Terminar caso
302|         Caso placer
303|         Caso alegria
304|             Severidad -= ajuste
305|             Terminar caso
306|         Caso miedo
307|         Caso tristeza
308|             Si espectro == Analitico
309|                 Severidad -= ajuste
310|                 Terminar caso
311|         Caso angustia
312|         Caso enojo
313|             Severidad += ajuste
314|             Terminar caso
315|         Caso neutro
316|             Si espectro == Explorador
317|                 Severidad += ajuste
318|                 Terminar caso
319|     Fin de Casos
320|     mantenerEnRango(Severidad, 0.0, 1.0)
321| }

```

Figura 34: Cálculo de la Severidad.

- h) Contiene arreglos de valores para cada uno de los parámetros *exploración*, *exigencia de la Oferta*, *tolerancia al tipo de Dialogo*, *exigencia de Aceptación de ofertas*, *complacencia*. Cada celda de estos arreglos contiene el valor de ese parámetro para cada etiqueta de emoción conocida. El valor base para todos los parámetros en todas las emociones es de 0.5 y se modifica en 0.1 (o sea, con diferencias base de hasta de 0.2 entre emociones) según la relación de la siguiente tabla:

Parámetro \ Emoción	Exploración	Exigencia al Ofertar	Tolerancia a diálogos	Exigencia de Aceptación	Complacen- cia
Sorpresa	sin ajuste	- ajuste	+ ajuste	- ajuste	sin ajuste
Alegría	+ ajuste	- ajuste	+ ajuste	- ajuste	sin ajuste
Placer	sin ajuste	- ajuste	+ ajuste	sin ajuste	+ ajuste
Resignación	+ ajuste	- ajuste	+ ajuste	- ajuste	- ajuste
Angustia	- ajuste	- ajuste	- ajuste	- ajuste	sin ajuste
Enojo	- ajuste	+ ajuste	- ajuste	+ ajuste	- ajuste
Miedo	+ ajuste	sin ajuste	sin ajuste	- ajuste	sin ajuste

Parámetro \ Emoción	Exploración	Exigencia al Ofertar	Tolerancia a diálogos	Exigencia de Aceptación	Complacencia
Tristeza	sin ajuste	- ajuste	- ajuste	- ajuste	sin ajuste
Neutro	sin ajuste	sin ajuste	sin ajuste	sin ajuste	sin ajuste

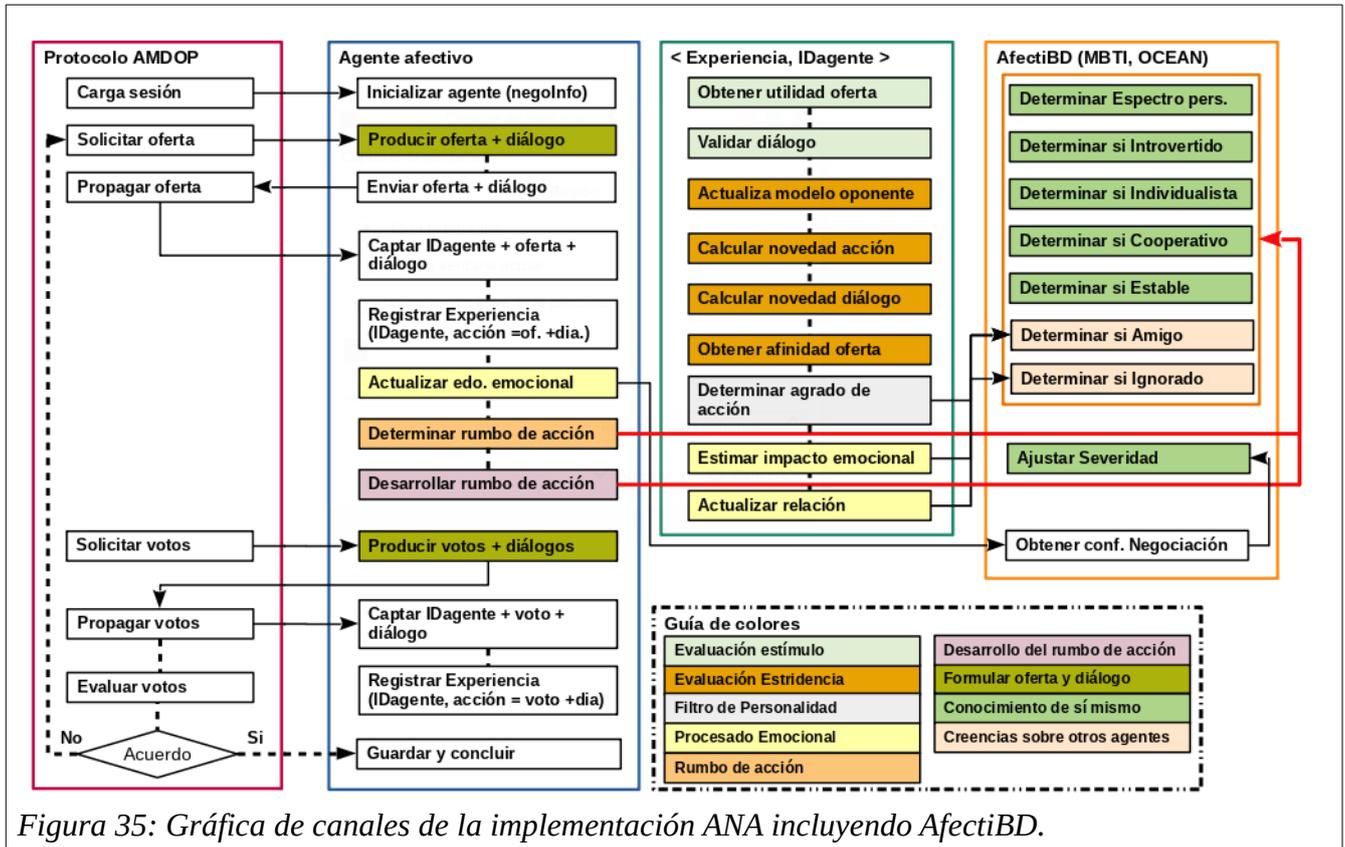


Figura 35: Gráfica de canales de la implementación ANA incluyendo AfectiBD.

- i) Provee de procedimientos para consultar los valores de las descripciones de personalidad: en el MBTI son Actitud, Percepción, Juicio, Estilo de vida, y para el OCEAN Apertura a nuevas experiencias, Conciencia, Extraversión, Amabilidad y Neuroticismo. Además de características útiles que describen la personalidad como se muestra en la Figura 35:
- `esIntrovertido()`: indicador binario, evalúa la *actitud* (MBTI).
 - `EsIndividualista()`: indicador binario, evalúa según el *espectro* de personalidad. Se considera Individualista a las personalidades en el espectro Analítico y Guardián.
 - `esCooperativo()`: indicador binario, evalúa según el *espectro* de personalidad. Se considera Cooperativo a las personalidades en el espectro Guardián y Astuto.
 - `esEstable()`: indicador binario, evalúa según el *espectro* de personalidad. Se considera Estable a las personalidades en el espectro Analítico y Guardián.
 - `esAmigo(double)`: dada una proporción de agradabilidad de un agente causal, si la proporción es mayor o igual al umbral de amistad del perfil de personalidad este agente causal se considera amigo. El umbral de amistad se basa en un valor básico que sube o

baja según el rasgo individualista y cooperativo del perfil de personalidad. El umbral de amistad se obtiene de un valor base de 0.6 y modificadores según la tabla siguiente:

Es Individualista	No es Individualista	Es Cooperativo	No es Cooperativo
+ 0.06	- 0.06	- 0.04	+ 0.04

```

322| UmbralAmistad = 0.6
323| Si esIndividualista() == verdadero
324|     UmbralAmistad += 0.06
325|     Si ~esCooperativo() == verdadero
326|         UmbralAmistad += 0.04
327| Si no
328|     UmbralAmistad -= 0.06;
329|     Si esCooperativo() == verdadero
330|         UmbralAmistad -= 0.04;

```

Figura 36: Evaluar si un agente es Amistoso o no.

- `esExcluido(double)`: indicador binario, evalúa según 1-umbral de amistad. Nos indica si la proporción de agradabilidad del agente causal es menor a 1-umbral de amistad, por lo que sus peticiones no serán tomadas en cuenta.
- `getDialogoPreferidoLectura()`: retorna la cadena String que representa una clase de diálogo (abordadas en el reporte anterior). La clase de diálogo se escoge según el rasgo de Percepción (MBTI), indica el diálogo preferido para recibir un mensaje.

```

200| Define esIntrovertido() {
201|     Si espectro == Analitico OR espectro == Guardian
202|         retorna verdadero
203|     Si espectro == Explorador OR espectro == Astuto
204|         retorna falso
205| }
206| Define esIndividualista() {
207|     Si MBTI[Actitud] == Intraversion
208|         retorna verdadero
209|     Si MBTI[Actitud] == Extraversion
210|         retorna falso
211| }
212| Define esCooperativo() {
213|     Si espectro == Guardian OR espectro == Astuto
214|         retorna verdadero
215|     Si espectro == Analitico OR espectro == Explorador
216|         retorna falso
217| }
218| Define esEstable() {
219|     Si espectro == Guardian OR espectro == Analitico
220|         retorna verdadero
221|     Si espectro == Astuto OR espectro == Explorador
222|         retorna falso
223| }
224| Define DialogoPreferidoLectura() {
225|     Si MBTI[Percepcion] == Intuition
226|         retorna Emocional
227|     Si MBTI[Percepcion] == Sensing
228|         retorna Preferencia
229| }
230| Define DialogoPreferidoEscritura() {
231|     Si OCEAN[Extraversion] < 0.15
232|         retorna DialogoVacio
233|
234|     Si MBTI[Jucio] == Thinking
235|         Si MBTI[EstiloDeVida] == Judging
236|             retorna Preferencia
237|         Si MBTI[EstiloDeVida] == Perceiving
238|             retorna Postura
239|     Si MBTI[Jucio] == Feeling
240|         Si MBTI[EstiloDeVida] == Judging
241|             retorna Postura
242|         Si MBTI[EstiloDeVida] == Perceiving
243|             retorna Emocional
244| }

```

Figura 37: Inferencias del perfil de personalidad.

- `getDialogoPreferidoEscritura()`: retorna la cadena String que representa una clase de diálogo (abordadas en el reporte anterior). La clase de diálogo se escoge según el rasgo de Juicio y después del Estilo de Vida (MBTI), indica el diálogo preferido para escribir un mensaje.
- `getEstiloDialogo(Emocion)`: indicador del tipo Tono (Amigable, Áspero, Inexpresivo, Neutro). Utiliza los valores de Amabilidad, Extraversión, y Conciencia (OCEAN) como indicador base para elegir un Tono. Estos valores OCEAN se encuentran de 0.0 a 1.0. Después este indicador base sube o baja en el valor de Severidad según la combinación de *espectro de personalidad* y la *emoción* experimentada.. Primero definimos un valor

base para la puntuación de los Tonos de 0.1. Después definimos un valor arbitrario de crecimiento (se usó $t_c = 0.8$) y se añade al puntaje considerando el perfil de personalidad:

Tono	Formula
Amigable	$\text{Puntaje} + (\text{crecimiento} * \text{Amabilidad})$
Áspero	$\text{Puntaje} + (\text{crecimiento} * (1 - \text{Amabilidad}))$
Inexpresivo	$\text{Puntaje} + (\text{crecimiento} * (1 - \text{Extraversión}))$
Neutro	$\text{Puntaje} + (\text{crecimiento} * \text{Conciencia})$

El siguiente paso es sumar al puntaje el nivel de Severidad según la combinación de emoción y espectro de personalidad. Finalmente, se retorna el Tono con el puntaje mayor. Cada espectro de personalidad afecta alguno de los puntajes pero no a todos, con la relación que se muestra en la tabla a continuación.

Espectro \ Emoción	Guardián	Astuto	Analítico	Explorador
Sorpresa	Áspero	Amigable	Amigable	Amigable
Alegría	Amigable	Amigable	Amigable	Amigable
Placer	Neutro	Amigable	Neutro	Neutro
Resignación	Neutro	Amigable	Neutro	Neutro
Angustia	Inexpresivo Neutro	Áspero Neutro	Áspero Inexpresivo	Sin adición
Enojo	Inexpresivo Neutro	Áspero Neutro	Áspero Inexpresivo	Áspero Neutro
Miedo	Inexpresivo Neutro	Áspero Neutro	Áspero Neutro	Áspero Neutro
Tristeza	Inexpresivo Neutro	Áspero Neutro	Áspero Neutro	Áspero Neutro
Neutro	Sin adición	Sin adición	Sin adición	Amigable

```

245| Define EstiloDialogo( emocion ) {
246|     Define puntaje[ Length(Tono) ]
247|     tc = 0.8
248|     puntaje[Amigable] = tc * OCEAN[Amabilidad]
249|     puntaje[Aspero] = tc * (1 - OCEAN[Amabilidad])
250|     puntaje[Inexpresivo] = tc * (1 - OCEAN[Extraversion])
251|     puntaje[Neutro] = tc * OCEAN[Conciencia]
252|
253|     Casos de emocion
254|         Caso sorpresa
255|             Si espectro == Guardian
256|                 puntaje[Aspero] += Severidad
257|                 Terminar casos
258|         Caso alegria
259|             puntaje[Amigable] += Severidad
260|             Terminar casos
261|         Caso placer
262|         Caso resignacion
263|             Si espectro == Astuto
264|                 puntaje[Amigable] += Severidad
265|             Si no
266|                 puntaje[Neutro] += Severidad
267|             Terminar casos
268|         Caso angustia
269|         Caso enojo
270|             Si espectro == Guardian
271|                 puntaje[Aspero] += Severidad
272|                 puntaje[Inexpresivo] += Severidad
273|             Terminar casos
274|         Caso miedo
275|         Caso tristeza
276|             Si espectro == Guardian
277|                 puntaje[Inexpresivo] += Severidad
278|                 puntaje[Neutro] += Severidad
279|             Si no
280|                 puntaje[Aspero] += Severidad
281|                 puntaje[Neutro] += Severidad
282|             Terminar casos
283|         Caso neutro
284|             Si espectro == Explorador
285|                 puntaje[Amigable] += Severidad
286|             Terminar casos
287|     Fin de Casos
288|     indice = mayorPuntaje(puntaje)
289|     retorna Tono[indice]
290| }

```

Figura 38: Elegir estilo de diálogo según la emoción.

- `getNegConfin(Emocion, int)`: retorna un arreglo con los valores de *exploración*, *exigencia de la Oferta*, *tolerancia al tipo de Dialogo*, *exigencia de Aceptación de ofertas*, *complacencia* en ese orden. A todos estos valores se les agrega la medida de *Severidad* para reflejar el cambio de comportamiento variante con la intensidad de la emoción. Este procedimiento consulta los valores descritos en el punto **h)** y les suma el modificador de *Severidad* actualizado.

```

178| Define NegConfing( emocion, intensidad ) {
179|     ajusteSeveridad(emocion, intensidad);
180|     Define config[ Length(Parametros) ]
181|     config[ exploracion ] = exploracion[ emocion ] + Severidad
182|     config[ exigenciaOferta ] = exigenciaOferta[ emocion ] + Severidad
183|     config[ toleranciaDialogo ] = toleranciaDialogo[ emocion ] + Severidad
184|     config[ exigenciaAceptacion ] = exigenciaAceptacion[ emocion ] + Severidad
185|     config[ complacencia ] = complacencia[ emocion ] + Severidad
186|     retorna config
187| }

```

Figura 39: Definición de los parámetros de negociación.

4.6 Rumbo de acción del ANA

Elegir el Rumbo de acción

Esta actividad consiste en la elección entre un conjunto de estilos, estrategias y expresiones posibles de ejecutar por el agente y que están relacionados con el comportamiento al que está dispuesto según su personalidad. Esta información se enfoca en *qué* se hará, mientras que el Desarrollo del rumbo de acción se enfoca en las *cantidades*.

getEstiloEOferta(): computa la conclusión entre Ceder, Exigir y Mantener. Primero cuenta las peticiones de los agentes con estado no-Ignorado, y les aplica un multiplicador según el rasgo Cooperativo del perfil de personalidad.

- Cuando la personalidad es Cooperativa el orden de privilegio en los multiplicadores es Ceder > Mantener > Exigir. Después se verifica que la cuenta ajustada para Exigir sea mayor a la de Ceder y Mantener, en ese caso la conclusión es Exigir. Si la cuenta de Exigir no es mayor que la de Ceder, se verifica si la cuenta de Ceder es mayor a la de Mantener, en ese caso la conclusión será Ceder. Para cualquier otro caso, la conclusión es Mantener.
- Cuando la personalidad no es Cooperativa el orden de privilegio en los multiplicadores es Exigir > Mantener > Ceder. Las evaluaciones de las cuentas ajustadas se realizan de la misma manera excepto que al comparar la cuenta de Exigir se usa el comparador mayor o igual.

getEstiloEAceptacion(): computa la conclusión entre Ceder, Exigir y Mantener. Primero cuenta las peticiones de los agentes con estado Amigo y compara: si la cuenta de Exigir es mayor a la de Ceder y de Mantener, se elige Exigir. Por otro lado, si la cuenta de Ceder es mayor o igual a la cuenta de Exigir y mayor que la de Mantener, entonces se elige Ceder. En cualquier otro caso, se elige Mantener.

getEstiloDialogo(): alimenta getEstiloDialogo(Emocion) de AfectiBD.

```

351| Define getEstiloEOferta() {
352|     Define puntaje[ 3 ]
353|     llenarLista( explo puntaje, 0 )
354|     Por cada agente en experiencia :
355|         Si ~agente.esIgnorado
356|             puntaje[ agente.Conclusion ] = puntaje[ agente.Conclusion ]+1
357|     :Fin
358|     Si esCooperativo( mpps )
359|         puntaje[ Mantener ] = puntaje[ Mantener ] * 1.1
360|         puntaje[ Ceder ] = puntaje[ Ceder ] * 1.2
361|         puntaje[ Exigir ] = puntaje[ Exigir ] * 1.0
362|         rumboAccionOferta = Mantener
363|         Si puntaje[ Exigir ] > ( puntaje[ Ceder ], puntaje[ Mantener ] )
364|             rumboAccionOferta = Exigir
365|         Si no : Si puntaje[ Ceder ] > puntaje[ Mantener ]
366|             rumboAccionOferta = Exigir
367|         :Fin
368|     Si no
369|         puntaje[ Mantener ] = puntaje[ Mantener ] * 1.1
370|         puntaje[ Ceder ] = puntaje[ Ceder ] * 1.0
371|         puntaje[ Exigir ] = puntaje[ Exigir ] * 1.3
372|         rumboAccionOferta = Mantener
373|         Si puntaje[ Exigir ] >= ( puntaje[ Ceder ], puntaje[ Mantener ] )
374|             rumboAccionOferta = Exigir
375|         Si no : Si puntaje[ Ceder ] >= puntaje[ Mantener ]
376|             rumboAccionOferta = Ceder
377|         :Fin
378|     :Fin
379| }

```

Figura 40: Obtener el estilo de estrategia de oferta.

```

380| Define getEstiloEAcceptacion() {
381|     Define puntaje[ 3 ]
382|     llenarLista( explo puntaje, 0 )
383|     Por cada agente en experiencia :
384|         Si agente.esAmigo
385|             puntaje[ agente.Conclusion ] = puntaje[ agente.Conclusion ]+1
386|         :Fin
387|         rumboAccionAcepta = Mantener
388|         Si puntaje[ Exigir ] > ( puntaje[ Ceder ], puntaje[ Mantener ] )
389|             rumboAccionAcepta = Exigir
390|         Si no : Si puntaje[ Ceder ] > puntaje[ Mantener ]
391|             rumboAccionAcepta = Ceder
392|         :Fin
393| }

```

Figura 41: Obtener el estilo de estrategia de aceptación.

Desarrollo del rumbo de acción

Partiendo del rumbo de acción, el estado emocional y personalidad definen la intensidad con que se deberá acatar el rumbo. Además, esta intensidad debe expresarse de acuerdo a las inclinaciones de la personalidad variando respecto a si es expresiva, sentimental, etc. Recuerde que las funciones

nombradas a continuación están definidas en 4.5 Implementación del perfil de personalidad, por lo que implican variaciones según el computo de la Severidad.

GetExigenciaEOferta() y getExigenciaEAceptacion(): se resuelve en la función getNegConfinf(Emocion, int) en AfectiBD.

getTipoDialogo(): se resuelve como una invocación de la función getDialogoPreferidoEscritura() en AfectiBD.

4.7 Heurística de votación y oferta

La heurística de votación y oferta se divide en dos partes una dedicada a la votación y otra la oferta de negociación. La política de votación es bastante sencilla. Según el estatus del agente causal es decir si es amigo o si es ignorado o pertenece a la zona ambigua entre estos dos la estrategia de aceptación es suavizada o endurecida según la información obtenida en los procedimientos anteriores es decir la fase Estrategia.

Decidir el voto

Entonces la condición para que una oferta de otro agente sea aceptable es que supere el umbral de aceptación que consiste simplemente en una comparación entre la utilidad neta que representa la oferta del otro agente a nuestro perfil de preferencias. Este umbral nunca deberá de ser menor a una puntuación aceptable de utilidad, ya que el rango de las utilidades va de 0.0 a 1.0 podemos decir que una oferta aceptable por muy mínimamente aceptable que sea estará por encima del 0.5 de utilidad o alrededor de esta cantidad y consideraremos todos los puntajes por debajo de esta cantidad como una oferta para votar en contra. Se entiende que la estrategia de aceptación de ofertas nos hará oscilar entre los valores de 0.5 y 1.0 de utilidad de modo que el estatus de amigo para que el umbral de aceptación sea más suave o en términos de la escala propuesta que sea menor (más cercano a 0.5 que a 1). Sin embargo, los otros posibles estados afectivos entendiéndose ignorado o indeterminado producirán que paulatinamente la estrategia de aceptación contra estos agentes produzca un umbral mayor (más próximo a 1.0 que a 0.5). La variación de este umbral ya fue resuelta en AfectiBD, recuerde que esta implementación de perfil de personalidad para la exigencia de aceptación ya se emplea un valor de Severidad relacionado con la experiencia de la emoción.

Decidir la oferta

Ahora nos ocuparemos sobre la heurística de oferta. Ya que se está empleando la plataforma GENIUS para la negociación entre agentes y este ofrece un banco de datos para las negociaciones, se formuló la heurística de oferta en términos generales (utilidad y elementos coincidentes) que no requieren atravesar la abstracción que hace la plataforma sobre los dominios de negociación. La heurística de oferta procede a recopilando la información procesada en la fase anterior de Estrategia y hacer un conjunto de posibles soluciones-oferta para el siguiente turno de oferta a votación. Se hace un recorrido por las relaciones afectivas que tiene con otros agentes y busca aquellos en los que el estatus de amistad sea verdadero y lee la conclusión a la que llegó sobre el último mensaje del agente en el turno anterior de la ronda. Las conclusiones posibles son las ya conocidas y definidas en AfectiBD y son Ceder, Mantener y Exigir. Estas tres conclusiones deben interpretarse de la siguiente manera: el agente causal (o remitente) está solicitando al agente evaluador que realice

una acción de ese sentido, es decir, que nuestro agente va a ceder, mantenga o exija más para la oferta próxima.

```
394| Define formularOferta() {
395|     Define soluciones[]
396|     Por cada agente en experiencia :
397|         oferta = agente.ultimaOferta
398|         rango = calcularRangos(oferta)
399|         Si agente.esAmigo
400|             soluciones.add( dosRestricciones( oferta, rango ) )
401|         Si no : Si agente.esIndefinido
402|             soluciones.add( unaRestriccion( oferta, rango ) )
403|         :Fin
404|     :Fin
405|     mejorOferta = ofertaDeMayorUtilidad( soluciones )
406|     Si utilidadDe( mejorOferta ) < config[ exigenciaAceptacion ]
407|         retorna ofertaIdeal
408|     :Fin
409|     retorna mejorOferta
410| }
```

Figura 42: Cómo formula una oferta el agente negociador afectivo.

Dado que estamos tomando en consideración el estatus afectivo del agente emisor, estamos clasificado las peticiones y estamos generando *restricciones* fuertes, restricciones débiles y eliminando algunas de ellas. Esto es que las restricciones fuertes son generadas por agentes con estado amigo, las restricciones débiles son generadas por agentes de estatus indefinido y son eliminadas las del agente de estatus ignorado (el más bajo en la escala afectiva). Esto provoca que los agentes buscarán generar relaciones afectivas que no caigan en el estatus de ignorado ya que eso evita que sus preferencias sean tomadas en cuenta y que sus objetivos sean cumplidos.

Continuando con el procedimiento, al generar estas restricciones clasificadas tenemos una base con la cual evaluar posibles soluciones:

- Las *restricciones fuertes* estarán sujetas a cumplirse en dos aspectos: un porcentaje de elementos coincidentes con la oferta del agente emisor y un nivel mínimo de utilidad, es decir que se está buscando o se está realizando una exploración cerca de la oferta enviada por ese agente y se están descartando los vecinos que no cumplan una utilidad mínima para ambos agentes.
- Las *restricciones débiles* se limitarán únicamente a una de estas dos características, es decir, en la exploración de vecinos o en el valor de utilidad.

Las restricciones que pudieran generar los agentes con estatus de ignorado simplemente no se computarán y no formarán parte de las consideraciones de nuestro agente que fórmula la oferta.

La siguiente fase de la heurística consiste en encontrar entre las ofertas generadas una que cumpla las restricciones. Si bien debería cumplir estrictamente las restricciones fuertes (encontrando un vecino de utilidad aceptable) y parcialmente las débiles (que sea vecino o de utilidad aceptable), un límite de iteraciones reduciría la dificultad de la formulación haciendo necesaria únicamente una de las dos condiciones en las restricciones fuertes y reduciendo (incluso eliminando) el éxito requerido en las condiciones débiles.

```

428| Define unaRestriccion( oferta, rango ) {
429|     Hacer
430|         candidato = generaOferta()
431|         ut = utilidadDe( candidato )
432|     Hasta ( enRango( ut, rango ) == verdadero )
433|     retorna candidato
434| }
435| Define dosRestricciones( oferta, rango ) {
436|     Hacer
437|         candidato = generaOferta()
438|         u = utilidadDe( candidato )
439|     Hasta ( ( enRango( u, rango ) == verdadero ) &&
440|         ( parecidoMinimo(oferta, candidato, config[complacencia]) == verdadero))
441|     retorna candidato
442| }

```

Figura 43: Restricciones al formular una oferta.

```

411| Define calcularRangos ( oferta ){
412|     superior = 0
413|     inferior = 0
414|     Casos de rumboAccionOferta
415|         Caso Ceder
416|             superior = utilidadDe(ofertaIdeal) - ( config[complacencia] / 7.5)
417|             inferior = utilidadDe( oferta )
418|         Caso Exigir
419|             superior = 1.1
420|             inferior = utilidadDe(ofertaIdeal) * config[exigencia]
421|         Caso Mantener
422|             diferencia = ( config[exploracion] / 7.5);
423|             superior = utilidadDe(ultimaOferta) + diferencia
424|             inferior = utilidadDe(ultimaOferta) - diferencia
425|     Fin de casos
426|     retorna {inferior, superior}
427| }

```

Figura 44: Exigencia obtenida del rumbo de acción.

4.8 Formulación de diálogos

La formulación de los diálogos que usa el Agente Negociador Afectivo funciona bajo las siguientes mecánicas. Primero basado en un algoritmo de ruleta, se le asigna a la clase de diálogo preferida por el perfil de personalidad la mayor probabilidad de ser elegido y se usa un número aleatorio para seleccionar una clase. Después entran en juego características de la personalidad y el Rumbo de Acción determinado para construir un diálogo de la clase seleccionada.

Preferencia: dependerá del Estilo de vida (MBTI) si el agente responderá con una preferencia específica ($A > B$) o general ($A > \text{todo lo demás}$), mientras que depende de su Amabilidad (OCEAN) si en vez de dar información de su perfil de preferencias deberá preguntarle al otro agente sobre sus preferencias (¿es $A > B$?, ¿es $A > \text{todo lo demás}$?). Algoritmo completo en Figura 47.

```

443| Define formularDialogo( agente ){
444|     Si esTurnoDeApertura
445|         Si esIntrovertido( mpps )
446|             retorna un dialogo Vacío
447|         Si no
448|             retorna formularDialogoPreferencia()
449|     :Fin
450|     tipoDialogoPreferido = getDialogoPreferidoEscritura( mpps )
451|     Define probabilidad[ Length( dialogo.Tipos ) ]
452|     llenarLista( probabilidad, (1-Estabilidad( mpps ))/(Length( dialogo.Tipos )-1) )
453|     probabilidad[ tipoDialogoPreferido ] = Estabilidad( mpps )
454|     na1 = random(0,1)
455|     suma = 0
456|     Para cada tipoDialogo en dialogo.Tipos
457|         suma = suma + probabilidad[ tipoDialogo ]
458|         Si suma >= na1
459|             retorna un dialogo tipoDialogo
460|     :Fin
461| }

```

Figura 45: Elegir un tipo de diálogo.

Postura: dependerá del Estilo de vida (MBTI) si el agente responderá con una opinión específica a la última oferta enviada por ese agente o una opinión sobre las últimas ofertas enviadas por ese agente, mientras que depende del Rumbo de Acción como se habrá de comunicar aquella opinión, esto se detalla en Figura 48. Por ejemplo, si el Rumbo de Acción determinado es Amigable y lo que tenemos que comunicar no es algo acorde a esto se puede usar ese mismo mensaje al “suavizarlo” reasignando el tipo a Pregunta (descripción en Figura 46).

```

524| Define tipoSegunRA(Relacion r){
525|     opc = opcionesAsociadas( rumboAccionDialogo )
526|     Casos de rumboAccionDialogo
527|         Caso Amigable
528|             Si r esta en opc
529|                 retorna AFIRMACION
530|             Si no
531|                 retorna PREGUNTA // suavizar
532|         Caso Aspero
533|             Si r esta en opc
534|                 retorna AFIRMACION
535|             Si no
536|                 retorna ADVERTENCIA // endurecer
537|         Caso Neutro
538|             Si r esta en opc
539|                 retorna AFIRMACION
540|             Si no: Si r esta en opcionesAsociadas( Aspero )
541|                 retorna PREGUNTA // suavizar
542|             Si no
543|                 retorna ADVERTENCIA // endurecer
544|         Caso Inexpresivo
545|     Fin de Casos
546| }

```

Figura 46: Adaptando diálogos: más suaves o más duros.

```

462| Define formularDialogoPreferencia(){
463|     preferencia1 = random(0,Length( mppn ))
464|     Si EstiloDeVida(mpps) == Judging
465|         Si random(0,1) <= Amabilidad(mpps)
466|             t = Tipo.AFIRMACION
467|             preferencia2 = random(0,Length( mppn ))
468|             r = (preferencia1 ? Preferencia2): r - {Relacion.MEJOR,PEOR,IGUAL}
469|         Si no
470|             t = Tipo.PREGUNTA
471|             Casos de random(0,1)
472|                 Caso [0, 1/3 ]
473|                     r = Relacion.MEJOR
474|                 Caso [1/3,2/3]
475|                     r = Relacion.PEOR
476|                 Caso [2/3, 1 ]
477|                     r = Relacion.IGUAL
478|             Fin de Casos
479|         :Fin
480|     retorna Preferencia{ t, preferencia1, r, preferencia2 }
481| Si no // Perceiving
482|     Si random(0,1) <= Amabilidad(mpps)
483|         t = Tipo.AFIRMACION
484|         preferencia1 = mayorPeso( mppn )
485|         preferencia2 = random(0,Length( mppn ))
486|         preferencia3 = menorPeso( mppn )
487|         Casos de preferencia2
488|             Caso preferencia1
489|                 r = Relacion.MEJOR
490|             Caso preferencia3
491|                 r = Relacion.PEOR
492|             Caso no especifico
493|                 r = Relacion.IGUAL
494|         Fin de Casos
495|     Si no
496|         t = Tipo.PREGUNTA
497|         Casos de random(0,1)
498|             Caso [0, 1/3 ] r = Relacion.MEJOR
499|             Caso [1/3,2/3] r = Relacion.PEOR
500|             Caso [2/3, 1 ] r = Relacion.IGUAL
501|         Fin de Casos
502|     :Fin
503|     retorna Preferencia{ t, preferencia1, r }
504| :Fin
505| }

```

Figura 47: Formular un diálogo acerca de las preferencias de negociación.

Diálogo Emocional: depende del Juicio (MBTI) si este diálogo tratará sobre la impresión emocional inmediata de la acción realizada por el otro agente o si se tratará de una reflexión acerca de la evolución de su relación. Finalmente, dependerá del Estilo de vida (MBTI) si el enfoque de este diálogo estará en evaluar las ofertas o los diálogos emitidos por el otro agente. Este proceso está plasmado en Figura 49.

```

506| Define formularDialogoPostura( agente ){
507|     Si EstiloDeVida(mpps) == Judging
508|         oferta = agente.ultimaOferta
509|         s = obtenerSugerencias( oferta, negInfo )
510|         S = s - IGUAL
511|         r = random(S) OR random(s-S)
512|         tema = mppn.tema[ s[r] ]
513|     Si no // Perceiving
514|         ev = agente.tendenciaOfertas
515|         Casos de ev
516|             Caso > 1 r = Relacion.MEJOR
517|             Caso < -1 r = Relacion.PEOR
518|             Caso no especifico r = Relacion.IGUAL
519|         Fin de Casos
520|     :Fin
521|     t = tipoSegunRA(r)
522|     retorna Postura{ t, tema, r }
523| }

```

Figura 48: Formular un diálogo opinando sobre una acción.

```

547| Define formularDialogoEmocional( agente ){
548|     Si Juicio(mpps) == Intuition
549|         top = Topico.SENTIMIENTO
550|         Si EstiloDeVida(mpps) == Judging
551|             mot = Motivo.NEGOCIO
552|             x = (agente.ultimaOferta ? agente.ultimaOferta-1): x - {-1, 0, +1}
553|             Casos de x
554|                 Caso -1, r = Relacion.PEOR
555|                 Caso 0, r = Relacion.IGUAL
556|                 Caso +1, r = Relacion.MEJOR
557|             Fin de Casos
558|         Si no // Perceiving
559|             mot = Motivo.TRATO
560|             x = (agente.zonaAgrado ? agente.zonaAgrado-1): x - {-1, 0, +1}
561|             Casos de x
562|                 Caso -1, r = Relacion.RECLAMAR
563|                 Caso 0, r = Relacion.IGNORAR
564|                 Caso +1, r = Relacion.FELICITAR
565|             Fin de Casos
566|         Si no // Sensing
567|             top = Topico.RELACION
568|             Si EstiloDeVida(mpps) == Judging
569|                 mot = Motivo.NEGOCIO
570|                 x = (agente.tendenciaOfertas?): x - {-1, 0, +1}
571|                 Casos de x
572|                     Caso -1, r = Relacion.PEOR
573|                     Caso 0, r = Relacion.IGUAL
574|                     Caso +1, r = Relacion.MEJOR
575|                 Fin de Casos
576|             Si no // Perceiving
577|                 mot = Motivo.TRATO
578|                 x = (agente.tendenciaRelacion?): x - {-1, 0, +1}
579|                 Casos de x
580|                     Caso -1, r = Relacion.PEOR
581|                     Caso 0, r = Relacion.IGUAL
582|                     Caso +1, r = Relacion.MEJOR
583|                 Fin de Casos
584|             t = tipoSegunRA(r)
585|             retorna Emocional{ t, top, r, mot }
586| }

```

Figura 49: Formular un diálogo acerca de una percepción emocional.

5. Experimentación y resultados

Para las experimentaciones se cuenta con un cuerpo de 32 perfiles de personalidad. Estos perfiles fueron etiquetados en numeración y fueron clasificadas en 4 categorías según los espectros descritos en 4.4 Mapeo de tipos de personalidad MBTI, dando como resultado un grupo de Analíticos con 11 miembros, otro grupo de Astutos con 4 miembros, Guardianes con 13 y el grupo de Exploradores con 4 miembros.

En estos experimentos los negociadores actuarán usando un perfil de preferencias incluido en GENIUS. El dominio negociación elegido para los experimentos es el de objetivo “Party” (fiesta), el cual es un multitema dedicado a organizar un festejo definiendo distintos atributos como la comida o la bebida con los cuales se formula una oferta. Este dominio fue elegido por la facilidad humana para relacionarse con su contenido y su característica multitema que permite un espacio de soluciones amplio. Como regla general toda oferta en estas experimentaciones es completa (todos los campos tienen algún valor definido), las votaciones son no nulas (en favor o en contra), sin embargo, en los agentes ANA es aceptable un diálogo vacío para ofertas y votos.

5.1 Diseño experimental

A continuación, se especifican las intenciones con la que están diseñados los experimentos así como los elementos de hardware, software y datos de entrada empleados para su realización.

Comparación Humano a Máquina

El objetivo de este experimento es notar si el comportamiento del ANA es similar al observado en las negociaciones entre humanos. Para este experimento se toma un grupo de negociadores humanos y se captura su perfil de personalidad. Después los participantes desarrollarían un escenario de negociación de GENIUS, después un grupo de agentes ANA realizará las negociaciones con sus perfiles de personalidad y preferencias correspondientes. En este procedimiento se emplearán los perfiles numerados 1, 2 y 3 del dominio Party.

Comparación Máquina a Máquina

El objetivo de este experimento es localizar las combinaciones de personalidades que pueden resultar en negociaciones de mayor utilidad, menor tiempo de ejecución, más proximidad a la frontera de Pareto y proximidad al punto Nash. Para realizar las negociaciones se colocarán agentes por pares con distintas configuraciones de personalidades:

1. Personalidades que pertenecen a grupos distintos, buscando si existe dominación entre los grupos.
2. Personalidades que pertenecen al mismo grupo, buscando si existe dominación entre ellos.

Una vez localizados los perfiles que logran mejor desempeño podemos compararlos con el desempeño de algunos de los agentes incluidos en repositorio de GENIUS y realizar comparaciones. En este procedimiento se emplearán los perfiles numerados 2 y 3 del dominio Party.

La Competencia Anual de Agentes Negociadores Automatizados

La Competencia Anual de Agentes Negociadores Automatizados (ANAC) [34] es un evento anual que se realiza en conjunto con la Conferencia Internacional sobre Agentes Autónomos y Sistemas Multiagentes (AAMAS - International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems), o la Conferencia Internacional Conjunta sobre Inteligencia Artificial (IJCAI - International Joint Conference on Artificial Intelligence). La competencia ANAC reúne a investigadores de la comunidad de negociación y proporciona puntos de referencia para evaluar estrategias de negociación prácticas en dominios de múltiples problemas. Las competiciones han generado una investigación novedosa en IA en el campo del diseño de agentes autónomos. Tanto el software para desarrollo de agentes como las configuraciones de los torneos de negociación están disponibles para la comunidad de investigación en general. La competencia tiene como objetivos la exploración y prueba de protocolos y el diseño de agentes de negociación eficientes (especialmente para la exploración y prueba). En el ANAC se desafía a los investigadores a desarrollar negociadores automáticos exitosos para escenarios donde hay información incompleta sobre el oponente. Con esta competencia se fomenta el diseño de agentes de negociación genéricos que pueden operar en una variedad de escenarios y proporciona puntos de referencia de desempeño. En el trabajo de Xenou en [36] se estudia la negociación automática en agentes y propone un competidor para el concurso ANAC. En el mismo documento se presentan resultados de la competencia del 2017, los dos primeros lugares de ese año que son el agente Rubick y AgentF contra los que compararemos los desempeños del ANA. Más detalles sobre la competencia pueden consultarse en [47].

5.2 Especificaciones del entorno experimental

Información del equipo

Procesador: AMD A10-7300 Radeon R6, 10 Compute Cores 4C+6G: 1900.00MHz

Memoria de Acceso Aleatorio Total: 11209900 kB

Sistema Operativo: GNU/Linux 4.18.0-25-generic Ubuntu 18.10

Kernel: Linux 4.18.0-25-generic

Arquitectura: x86-64

Plataforma de Agentes: GENIUS 9.15

Plataforma para CBot: Python 2.7.16 [GCC 8.3.0] on linux2

Servidor de Base de Datos: MySQL 5.7 (mysql-client-core-5.7)

Configuración de las negociaciones

GENIUS provee una configuración predeterminada para las negociaciones entre agentes que establecen 180 rondas como máximo para alcanzar el acuerdo. En todas las experimentaciones debe dividirse entre 2 el número de rondas ya que la implementación de GENIUS cuenta como ronda cada fase de oferta y votación por separado. De modo que hay 90 rondas efectivas.

En cuanto al CBot, requiere que se carguen los perfiles de personalidad en la tabla de nombre "me_terapeuta". En ella se debe incluir un identificador que después es usado por los agentes ANA para crear una instancia de CBot. El CBot requiere una emoción inicial que indicamos como "neutro" con id "0000000001".

El dominio negociación elegido para los experimentos es el de objetivo “Party” (fiesta), el cual es un multitema dedicado a organizar un festejo definiendo que Comida, Bebida, Locación, Tipo de invitaciones, Música y Método de limpieza se usarán. Los perfiles de preferencias de este dominio contienen una sección para cada uno de los temas negociables que tienen asociado un peso, a su vez cada tema tiene 4 posibles valores que también tienen asociado un peso.

La siguiente tabla corresponde al experimento Comparación Humano a máquina. En la primera columna indicamos el identificador del negociador humanos para todas las configuraciones. La tabla muestra también la relación de los perfiles de personalidad de los participantes humanos que desarrollaron las negociaciones y el perfil de preferencias que usaron.

Negociador	MBTI	O C E A N	Cuadrante	Perfil de preferencia
1	ENFP	16 41 12 79 22	Astuto	party1_utility.xml
2	ENTJ	70 89 91 57 43	Analítico	party2_utility.xml
3	ISFJ	35 10 31 69 76	Guardián	party3_utility.xml

La tabla continua a este párrafo indica el orden de los experimentos tanto en su versión humana como máquina.

Experimento	Agente 1	Agente 2
1.1	Negociador 1	Negociador 2
1.2	Negociador 2	Negociador 3
1.3	Negociador 3	Negociador 1

El experimento **Comparación máquina a máquina** se dividió en dos partes, una para las binas de distinto cuadrante de personalidad y otra las binas de mismo cuadrante. Para el experimento con distintos cuadrantes se usaron las siguientes configuraciones:

Experi-mento	Identificador de agente	MBTI	Cuadrante	O C E A N	Perfil de preferencia
2.1	1	INTJ	Analítico	24 63 34 65 37	party2_utility
2.1	2	INFJ	Astuto	59 11 34 35 88	party3_utility
2.2	1	INTJ	Analítico	24 63 34 65 37	party2_utility
2.2	2	ISFJ	Guardián	59 65 70 88 43	party3_utility
2.3	1	INTJ	Analítico	24 63 34 65 37	party2_utility
2.3	2	ESFP	Explorador	34 17 60 18 30	party3_utility
2.4	1	INFJ	Astuto	59 11 34 35 88	party2_utility

Experi- mento	Identificador de agente	MBTI	Cuadrante	O C E A N	Perfil de preferencia
2.4	2	ISFJ	Guardián	59 65 70 88 43	party3_utility
2.5	1	INFJ	Astuto	59 11 34 35 88	party2_utility
2.5	2	ESFP	Explorador	34 17 60 18 30	party3_utility
2.6	1	ISFJ	Guardián	59 65 70 88 43	party2_utility
2.6	2	ESFP	Explorador	34 17 60 18 30	party3_utility

Para el experimento con personalidades dentro del mismo cuadrante se emplearon estas configuraciones:

Experi- mento	Identificador de agente	MBTI	Cuadrante	O C E A N	Perfil de preferencia
3.1	1	ENTJ	Analítico	70 89 91 57 43	party2_utility
3.1	2	INTJ	Analítico	24 63 34 65 37	party3_utility
3.2	1	ENFP	Astuto	16 41 12 79 22	party2_utility
3.2	2	INFJ	Astuto	59 11 34 35 88	party3_utility
3.3	1	ISFJ	Guardián	35 10 31 69 76	party2_utility
3.3	2	ISFJ	Guardián	59 65 70 88 43	party3_utility
3.4	1	ESFP	Explorador	34 17 60 18 30	party2_utility
3.4	2	ESFP	Explorador	21 02 68 75 52	party3_utility

5.3 Análisis de resultados

Métricas empleadas

Las medidas tomadas a las negociaciones están enfocadas a obtener características valiosas al momento de la elección estratégica de una configuración sobre de otra. Aquí sus descripciones:

Tiempo: en unidad de segundos, es el tiempo de ejecución registrado por el entorno GENIUS para concluir la negociación, es decir encontrar un acuerdo o consumir las rondas predefinidas.

Rondas: es el número de rondas completas (fase de oferta y de votaciones) empleadas por los agentes para concluir la negociación, siendo 90 el máximo definido.

Acuerdo: el porcentaje de negociaciones concluidas en acuerdo por los agentes. Se entiende que su complemento son las negociaciones terminadas sin un acuerdo.

Utilidad: GENIUS emplea pesos para definir las preferencias de negociación a emplear, estos pesos alimentan una función aditiva que proporciona una valoración normalizada de una oferta,

encontrándose entre el 0.0 y 1.0. En las tablas de esta sección se indican “ANA 1” y “ANA 2”, que corresponden al primer y segundo agente indicado en las tablas de experimentos al final de la sección 5.2 Especificaciones del entorno experimental.

Social Welfare: es el beneficio total para los participantes de la negociación. Se obtiene sumando la utilidad individual que produce la oferta de acuerdo. Si este valor es alto (próximo al número de participantes) significa que como conjunto se obtuvo alta utilidad y podría indicar que las partes involucradas quedaron con más beneficio.

Distancia a Pareto: es la distancia euclidiana de la oferta de acuerdo a la frontera optima de Pareto. Esta frontera se conforma de las ofertas optimas posibles en el escenario de negociación.

Distancia a Nash: es la distancia euclidiana de la oferta de acuerdo al punto Nash. El punto Nash es un punto en el espacio de soluciones que se computa buscando proporcionar altas utilidades equilibradas a los negociantes.

5.3.1 Desempeños obtenidos

Desempeños para la Comparación Hombre a máquina

Los experimentos del orden 1 tienen dos resultados correspondiendo a las negociaciones entre humanos y entre agentes ANA. En la siguiente tabla se muestran los promedios de las negociaciones realizadas por los participantes humanos, señalado en color naranja se encuentran las cantidades máximas y en verde las mínimas. Podemos observar que el mayor Social welfare se obtuvo en el experimento 1.3 que también tiene las mejores utilidades individuales.

Experimento (Humanos)	Rondas	Acuerdo	Utilidad Negociador 1	Utilidad Negociador 2	Social welfare
1.1 Astuto-Analítico	1	100%	0.5965	0.6238	1.2204
1.2 Analítico-Guardián	1.6	100%	0.53377	0.3716	0.9054
1.3 Astuto-Guardián	1.7	100%	0.7000	0.7154	1.4154

En las siguientes tablas se muestran los resultados promedios de las negociaciones simulando el perfil de personalidad de los negociantes humanos. Igualmente se indica con color naranja las cantidades máximas y en verde las mínimas. En todos los casos nuestro agente presenta mejores utilidades sociales e individuales, esto se atribuye a la heurística de negociaciones empleada y a que la oferta inicial de las negociaciones es una oferta de máxima utilidad individual. Sin embargo, mantienen las tendencias que presentan los negociadores humanos: en el experimento 1.1 el negociador 1 logra menos utilidad que el negociador 2; en el experimento 1.2 es el negociador 1 el que obtiene mayor utilidad; en el 1.3 nuevamente es el negociador 2 el que obtiene mayor utilidad.

Experimento	Rondas	Acuerdo	Utilidad ANA 1	Utilidad ANA 2	Social welfare
1.1 Astuto-Analítico	1	100.00%	0.6583	1	1.6583
1.2 Analítico-Guardián	4.2580	100.00%	0.9229	0.6896	1.6126
1.3 Astuto-Guardián	5.9677	100.00%	0.7724	0.8101	1.5825

Experimento	Distancia a Pareto	Distancia a Nash	Tiempo (s)
1.1 Astuto-Analítico	0	0.14542	0.0759
1.2 Analítico-Guardián	0.00872	0.1773	0.1352
1.3 Astuto-Guardián	0.02257	0.2040	0.4126

Como se puede apreciar en las tablas presentadas sobre este texto, las rondas presentan un comportamiento similar, es decir, en las negociaciones entre humanos como la simulación con agentes el experimento 1.1 concluye empleando menos rondas que el 1.2 y este último con menos rondas que el 1.3, aunque la escala de estas diferencias es mayor en la simulación que en los humanos. Ambas versiones de los experimentos coinciden en encontrar el acuerdo en todas las negociaciones. En cuanto a las utilidades, las únicas que son aproximadas son las del Negociador 1 en los experimentos 1.1 y 1.2, siendo mayores las utilidades de los agentes de software en todos los casos. Igualmente, el Social welfare es mayor en las simulaciones que con los negociadores humanos, siendo medianamente similar el resultado para el experimento 1.3.

En la tabla siguiente se muestran porcentajes correspondientes a las negociaciones ganadas, es decir, en las que el negociador obtiene la mayor utilidad de la oferta de acuerdo. Los resultados son muy distantes en todos los casos, esto se explica considerando la velocidad en que cada agente ANA considera su relación de Amigo-Indeterminado-Ignorado con el otro, cambiando con ello la facilidad con que acepta ofertas y provocando estas diferencias.

Experimento	Negociador 1	ANA1	Negociador 2	ANA2
1.1 Astuto-Analítico	50%	0%	50%	100%
1.2 Analítico-Guardián	20%	100%	80%	0%
1.3 Astuto-Guardián	40%	25.81%	60%	74.19%

Desempeños para la Comparación máquina a máquina

Los experimentos del orden 2 y 3 serán presentados juntos. Primero analizaremos los datos promedios de las negociaciones en las tablas a continuación de este párrafo. En color naranja se encuentran las cantidades máximas y en verde las mínimas, sin considerar el experimento 2.5 ya que al obtener 0% de acuerdo contiene valores extremos. Tome en cuenta que cada columna tiene una conveniencia distinta, por ejemplo en Tiempo será mejor una cantidad mínima y por otro lado, en la columna Social welfare las mejores cantidades son las más altas.

Experimento	Tiempo	Rondas	Acuerdo	Utilidad ANA 1	Utilidad ANA 2
2.1 Analítico-Astuto	0.2215	4.22	100%	0.9054	0.7026
2.2 Analítico-Guardián	0.2295	3.70	100%	0.9112	0.6884
2.3 Analítico-Explorador	0.1824	4.19	100%	0.9272	0.6870
2.4 Astuto-Guardián	0.6865	5.48	100%	0.8459	0.7069
2.5 Astuto-Explorador	2.5555	90	0%	0	0
2.6 Guardián-Explorador	0.6705	8.64	96.77%	0.8982	0.6679
3.1 Analítico-Analítico	0.1864	3.90	100%	0.9059	0.6938
3.2 Astuto-Astuto	7.3042	75.96	16.13%	0.1612	0.0944
3.3 Guardián-Guardián	0.5706	3.80	100%	0.9486	0.6364
3.4 Explorador-Explorador	0.6849	5.83	100%	0.9557	0.6270

Experimento	Social welfare	Distancia a Pareto	Distancia a Nash
2.1 Analítico-Astuto	1.6080	0.0083	0.1824
2.2 Analítico-Guardián	1.5996	0.0113	0.1945
2.3 Analítico-Explorador	1.6142	0.0059	0.1810
2.4 Astuto-Guardián	1.5528	0.02041	0.2712
2.5 Astuto-Explorador	0	1.0855	1.20458
2.6 Guardián-Explorador	1.5662	0.0385	0.2115
3.1 Analítico-Analítico	1.5997	0.0128	0.1891
3.2 Astuto-Astuto	0.2557	0.9104	1.0593
3.3 Guardián-Guardián	1.5885	0.0013	0.2810
3.4 Explorador-Explorador	1.5882	0.0043	0.2817

Podemos observar que las configuraciones donde participa un perfil Analítico se emplean menos rondas de negociación y segundos de ejecución para llegar al acuerdo que con otras configuraciones. De igual manera, el perfil Analítico aparece en las experimentaciones con menores distancias al punto Nash. Podemos detectar que las experimentaciones 2.1 y 2.3 produjeron resultados similares en la mayoría de las categorías, pero favoreciendo al 2.3 (configuración Analítico-Explorador).

Del anterior conjunto de datos (experimentos de orden 2 y 3) se tomaron las medidas de Tiempo, Social welfare, Distancia a Pareto y Distancia a Nash para ser procesadas con la Prueba de

Friedman con un nivel de significancia de 0.05, proporcionando los rangos mostrados en la tabla siguiente. En colores distintos están señaladas las configuraciones que aparecen en los tres primeros lugares en más de una categoría. Así el experimento 2.6 fue el primer lugar en Social welfare y tercero en distancia al punto Nash; el experimento 2.1 fue el mejor en cuanto a la distancia al punto Nash pero fue el tercero mejor tanto en Tiempo como en Social welfare. Como último destacamento está el experimento 2.3 que logró un primer lugar en la categoría Tiempo, segundos lugares en Social welfare y distancia al punto Nash y el tercer mejor resultado en la distancia a la frontera de Pareto.

Tiempo		Social welfare		Distancia a Pareto		Distancia a Nash	
Rango	Experi- mento	Rango	Experi- mento	Rango	Experi- mento	Rango	Experi- mento
2.90323	2.3	2.79032	2.6	3.77419	3.3	3.08065	2.1
3.16129	3.1	3.06452	2.3	4.14516	3.4	3.19355	2.3
3.16129	2.1	3.30645	2.1	4.27419	2.3	3.27419	2.6
3.64516	2.6	4.03226	3.1	4.41935	2.6	3.35484	2.2
3.77419	2.2	4.74194	2.2	4.69355	2.1	3.38710	3.1
6.48387	3.3	5.62903	3.3	4.95161	2.4	6.41935	2.4
6.51613	3.4	5.91935	3.4	5.12903	3.1	6.66129	3.3
6.87097	2.4	6.87097	2.4	5.40323	2.2	6.79032	3.4
9.06452	2.5	9.08065	3.2	8.64516	3.2	9.27419	3.2
9.41935	3.2	9.56452	2.5	9.56452	2.5	9.56452	2.5

Si bien las cuatro categorías seleccionadas para la prueba de Friedman son relevantes para la elección de la mejor configuración si lo que se busca mejorar es el beneficio total del grupo de negociadores debe privilegiarse la relación que existe entre el Social welfare y la distancia al punto Nash, como podemos observar al analizar las gráficas a continuación. En la Figura 50 podemos distinguir un punto en rojo que representa el acuerdo (a la derecha), este se encuentra sobre la frontera optima de Pareto (magenta). Los datos de esta negociación en particular son los siguientes: el Social welfare tiene un puntaje de 1.60402, una distancia a Pareto de cero y una distancia al punto Nash de 0.22334. Por otro lado, la Figura 51 presenta una resolución menos cargada hacia uno de los agentes y separada de la frontera optima de Pareto, los datos de esta negociación son: el Social welfare tiene un puntaje de 1.62632, una distancia a Pareto de 0.02025 y una distancia al punto Nash de 0.08955. Si podemos aproximarnos al punto Nash estamos mejorando la oferta para al menos uno de los negociadores y en el mejor de los casos, para todos. Nuestros resultados de la prueba Friedman arrojan tres situaciones de relación entre Social welfare y distancia al punto Nash, considerando los tres mejores desempeños tenemos que el experimento 2.6 es el de mejor utilidad y peor distancia al punto Nash, caso contrario del experimento 2.1 que tiene la menor distancia al punto Nash pero el menor Social welfare. El experimento 2.3 aparece relativamente equilibrado en

ese aspecto, además de ser el único de los tres que aparece en la categoría de menor Distancia a Pareto.

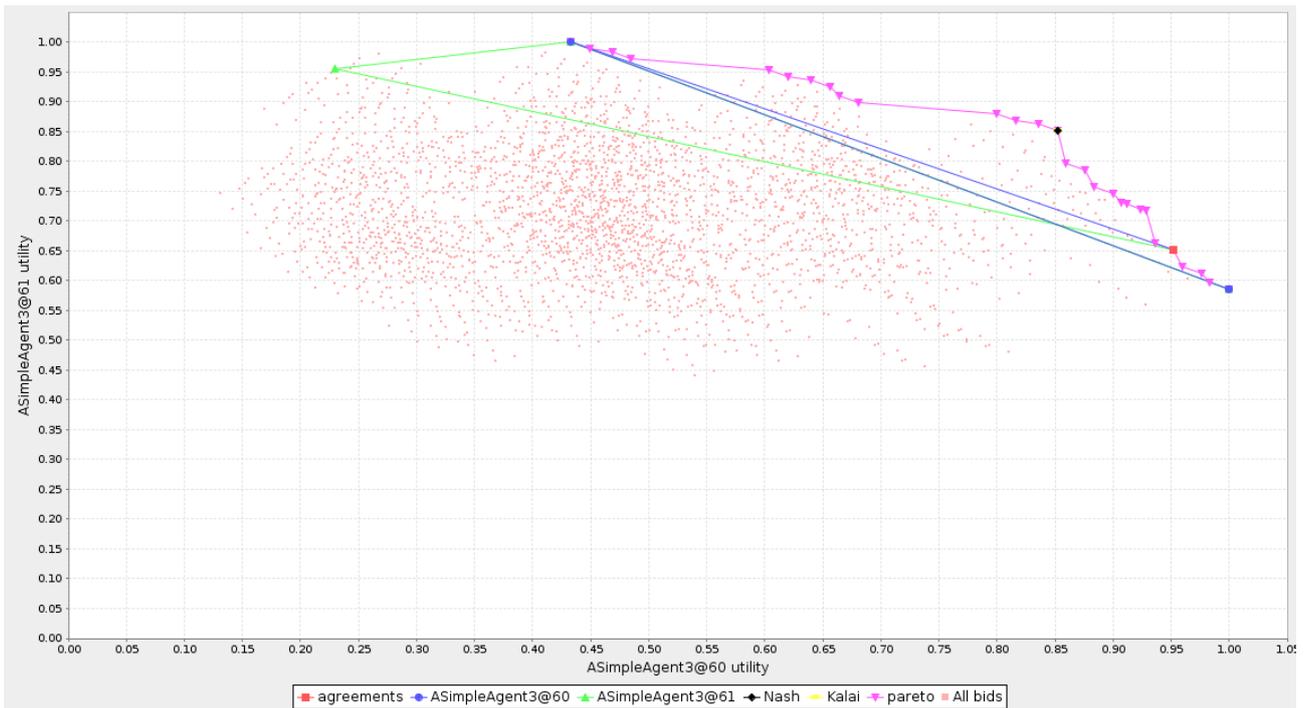


Figura 50: Ejemplo de negociación con distancia a Pareto cero.

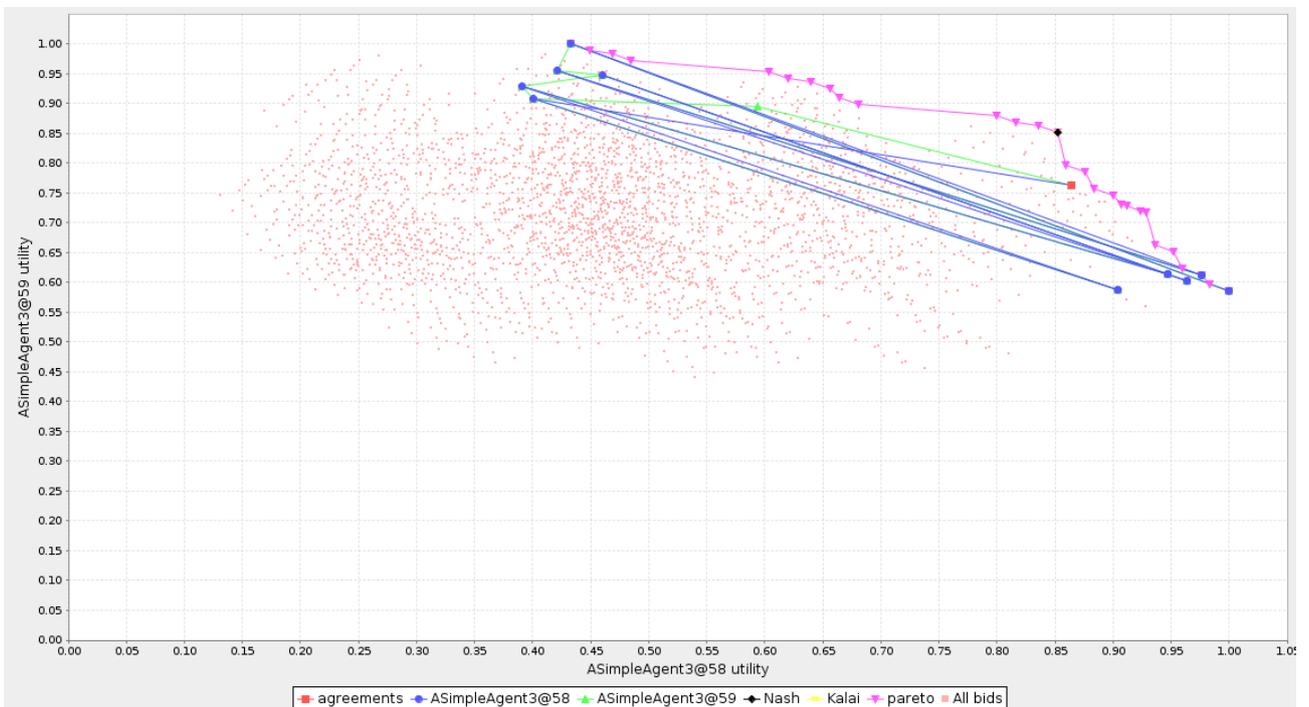


Figura 51: Ejemplo de negociación con distancia a Pareto mayor y a punto Nash menor.

En el trabajo de Xenou en [36] se estudia la negociación automática en agentes y propone un competidor para el concurso ANAC. Comparte con nosotros los resultados de la edición del año 2017, en la que compitió. GENIUS distribuye los dos primeros lugares de ese año que son el agente Rubick y AgentF, así que realizamos una experimentación con cada uno para comparar los

desempeños contra las configuraciones 2.1, 2.3 y 2.6. Los resultados se encuentran en la tabla siguiente y señalan en color naranja las cantidades máximas y en verde las mínimas.

Experimento	Tiempo	Social welfare	Distancia a Pareto	Distancia a Nash
Rubick	0.1125	0.1027	1.0169	1.1395
agentF	0.0843	1.5898	0.0058	0.1831
2.1 Analítico-Astuto	0.2215	1.6080	0.0083	0.1824
2.3 Analítico-Explorador	0.1824	1.6142	0.0059	0.1810
2.6 Guardián-Explorador	0.6705	1.5662	0.0385	0.2115

El resultado de nuestras configuraciones y los experimentos con los agentes Rubick y AgentF se sometieron a una Prueba de rangos de Friedman con un nivel de significancia de 0.05. Los resultados se muestran a continuación. Como se puede observar en ambas tablas el AgentF tiene los mejores resultados de tiempo, pero en el resto de las métricas se consiguieron mejores resultados con el agente ANA.

Tiempo		Social welfare		Distancia a Pareto		Distancia a Nash	
Rango	Agente	Rango	Agente	Rango	Agente	Rango	Agente
1.51613	agentF	2.20968	ANA2.6	2.40323	ANA2.3	2.27419	ANA2.1
2.64516	Rubick	2.25806	ANA2.3	2.45161	ANA2.6	2.50000	ANA2.6
3.45161	ANA2.1	2.56452	ANA2.1	2.58065	ANA2.1	2.54839	ANA2.3
3.67742	ANA2.6	3.06452	agentF	2.66129	agentF	2.77419	agentF
3.70968	ANA2.3	4.90323	Rubick	4.90323	Rubick	4.90323	Rubick

5.3.2 Comportamiento en el espacio de soluciones

Primero recordar que el experimento 2.2 pertenece a los experimentos de cuadrantes distintos de personalidad. Del experimento 2.2 se tomaron dos ejemplos ilustrativos que se muestran en la Figura 52 y Figura 53 donde el agente con personalidad Analítico se encuentra en color azul y el agente con personalidad Guardián en color verde.

En la Figura 52 se presenta la gráfica de la negociación número 24 del experimento 2.2 en ella podemos observar los comportamientos que tienen los diferentes agentes según su personalidad y el perfil de preferencias que tienen que manejar. Por ejemplo, observando la gráfica encontramos que muchas de las soluciones factibles se encuentran próximas a la región del agente señalado en color verde (punta izquierda de la frontera de Pareto) y que la densidad de soluciones en la región del agente azul (punta derecha de la frontera de Pareto) es bastante menor, por lo que tiene menor variedad al formular ofertas vecinas a su propia oferta ideal. El comportamiento observado de los

agentes es el siguiente: en su primera ronda proponen su oferta ideal y rechazan la del otro. Al avanzar a la siguiente ronda proponen una oferta vecina de su propia oferta ideal lo que nos indica que esta formulación estuvo principalmente la exploración más que el de cooperación, este comportamiento se repite en las siguientes rondas. Note que el agente azul está generando vecinos muy próximos lo que nos indica que su plan de acción está dirigido a mantenerse mientras que después de unas rondas el agente verde está cediendo. Así durante la negociación el agente en verde exploró una zona más amplia que le llevo a producir la oferta ganadora. Esa oferta fue generada por que el agente verde cedió hacia el agente azul, un comportamiento cooperativo. este comportamiento de cooperación tenía una evaluación cognitiva positiva que generó que el agente verde fuera más agradable al azul, cambiando el estado de la relación entre estos dos agentes haciendo cada vez más fácil para el agente azul aceptar sus ofertas.

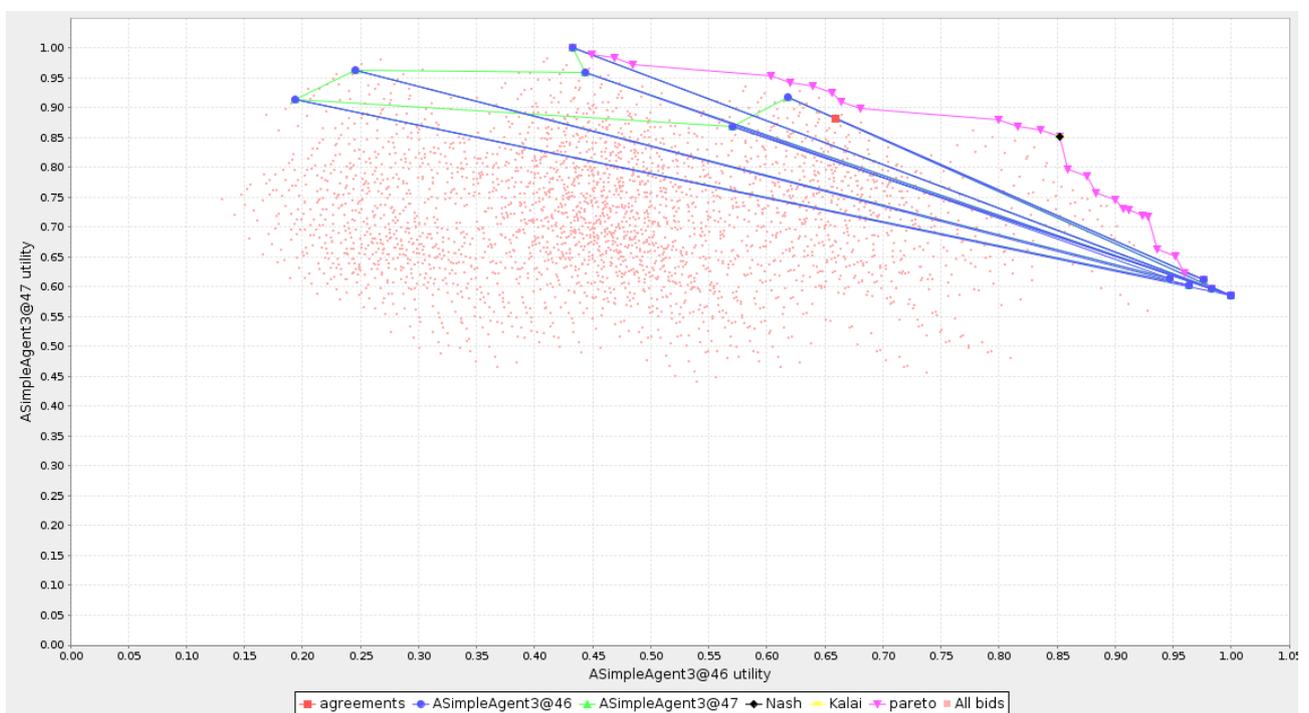


Figura 52: Gráfico de la negociación número 24 del experimento 2.2.

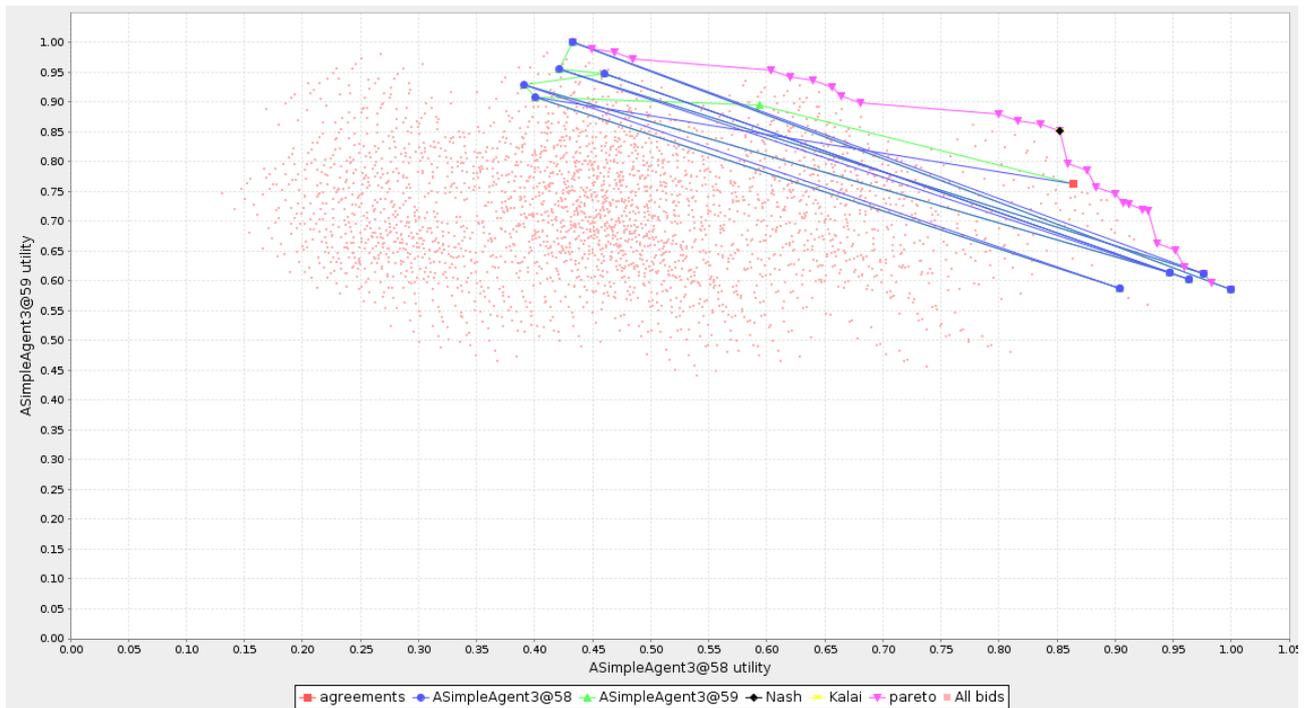


Figura 53: Gráfico de la negociación número 30 del experimento 2.2.

Encontramos un caso inverso en la oferta ganadora de la negociación 30 del experimento 2.2 (). Esta oferta fue formulada por el agente azul y se aproxima bastante más al punto Nash, aunque la diferencia al frente de Pareto no es tan distinta. Al igual que la negociación anterior, en un inicio la generación de ofertas es exploratoria sin embargo, el agente azul comienza a ceder con un ritmo más parecido que el agente verde. Esto generó acciones cooperativas de ambas partes, y la oferta al aproximarse al punto Nash quedó dentro de los parámetros de aceptación del agente verde. En ambas versiones del experimento 2.2 podemos apreciar que la personalidad Guardián (verde) está dispuesta a realizar exploraciones más radicales que la personalidad de cuadrante Analítico (azul).

Otro caso que revisaremos es el experimento 2.3 en su repetición 30. Este experimento se ilustra en la se compone de un perfil de personalidad Analítico (en color azul) y un Explorador (color verde). Por el tipo de acciones realizadas los puntos y trayectorias del agente verde están completamente cubiertas por las del agente azul. La explicación a esto es que el agente con el color verde realizó la misma oferta en todas las rondas, es decir, la personalidad Exploradora que simula el agente azul entró rápidamente en un rumbo de acción enfocado a exigir, esto incrementó todos sus niveles de exigencia y redujo su exploración. De modo que aun generando algunas ofertas en su procedimiento interno estas no fueron propuestas al otro agente al no quedar dentro de los parámetros de exigencia. Quedó en el agente azul entrar en un rumbo de acción dirigido a ceder, explorando su región del espacio de soluciones. Esto en apariencia puede ser un poco contradictorio con el carácter Explorador de la personalidad, sin embargo, es una forma en que se manifiesta la característica de “facilidad para convencer a otros” de este cuadrante de personalidad ya que si mira la tabla de la sección sobre el uso de diálogos más adelante comprobará que el agente con personalidad Explorador (verde) fue el que usó menos diálogos vacíos y en cambio fue el de mayor uso de diálogos emocionales. En esta negociación en particular el agente verde usó algunos diálogos importantes: en la primera mitad de la negociación indicó que a pesar de que las ofertas del agente azul tenían poca utilidad, su relación no estaba empeorando; en la segunda mitad indicó que

su relación estaba, de hecho, mejorando. El efecto final de estas acciones fue el acuerdo del lado del agente azul con una distancia cero a la frontera de Pareto y 0.07 al punto Nash.

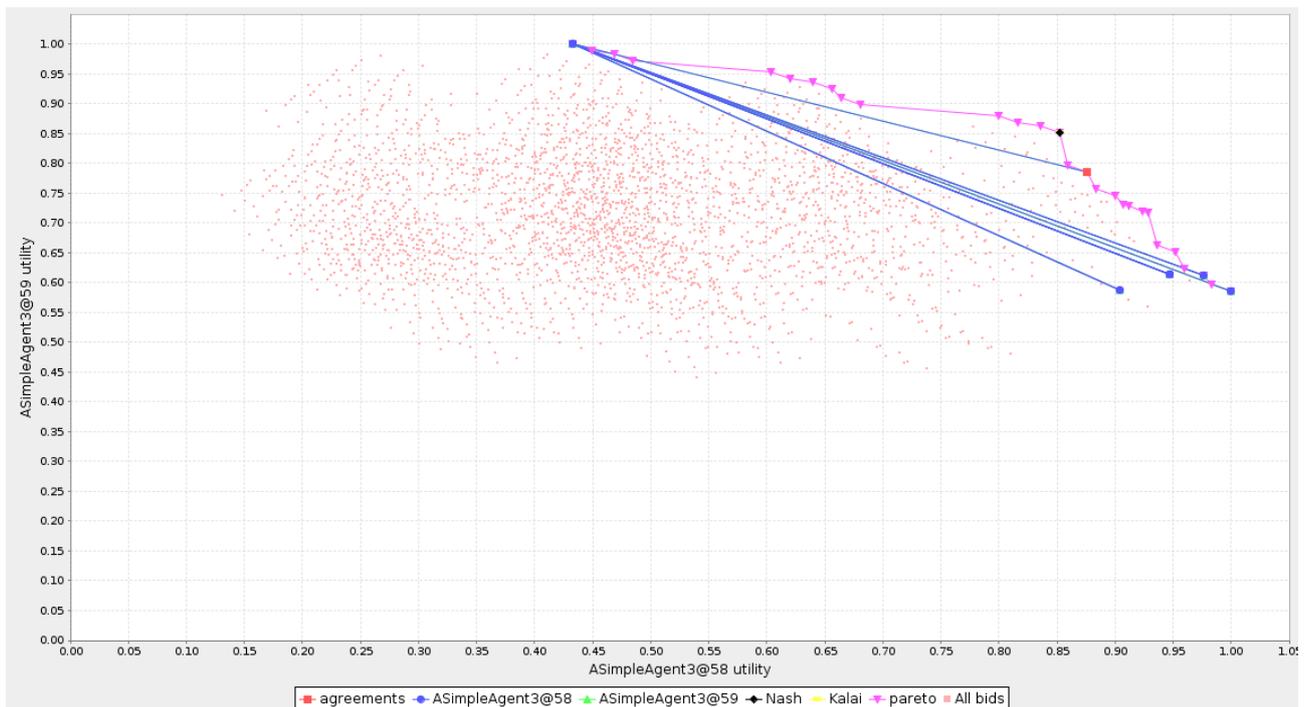


Figura 54: Gráfico de la negociación número 30 del experimento 2.3.

Interacción	Diálogo
E2.3: N30: I5	Emocional[Emocional_AFIRMACION_RELACION_IGUAL_TRATO]
E2.3: N30: I9	Emocional[Emocional_ADVERTENCIA_RELACION_MEJOR_TRATO]

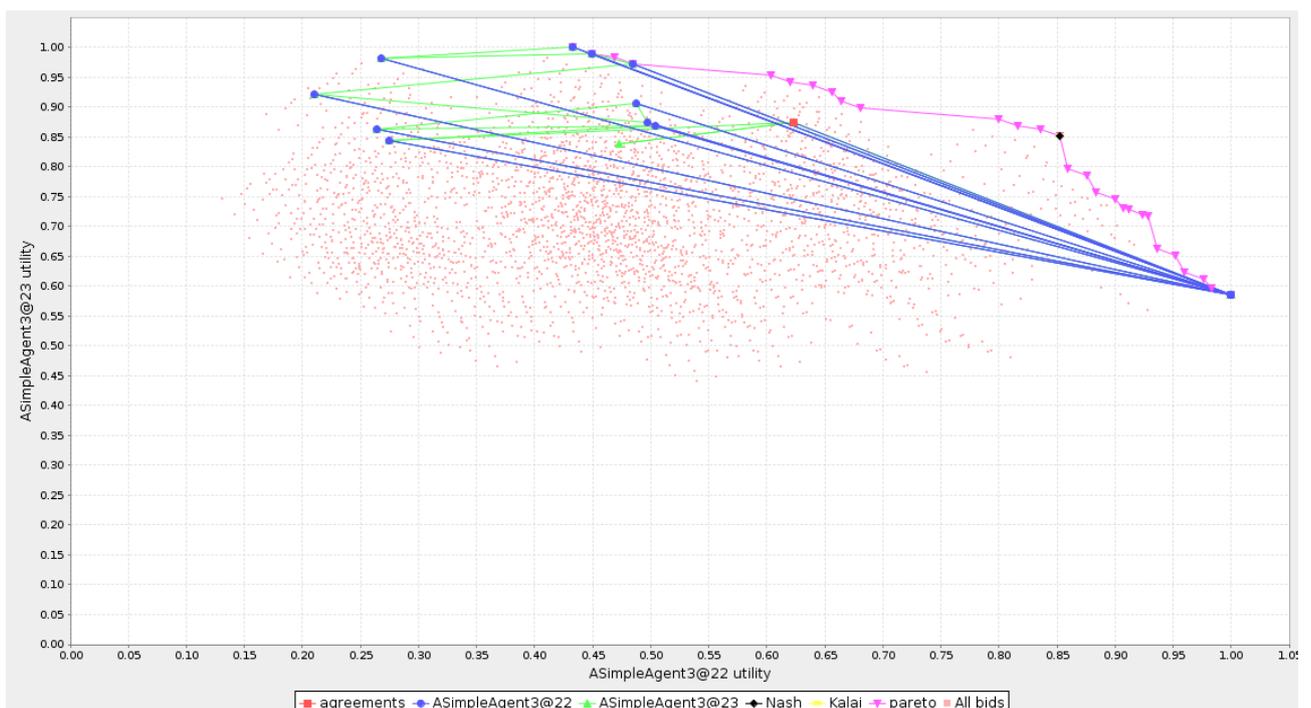


Figura 55: Gráfico de la negociación número 12 del experimento 2.4.

En el experimento 2.4 tenemos como negociadores a un agente con un perfil de personalidad en el cuadrante Astuto (color azul) y a otro en el cuadrante Guardián (verde). La negociación 12 de este experimento se representa en la Figura 55, en la que podemos notar una intensa exploración de parte del agente en verde contra una abrumadora quietud del agente azul. Si consideramos que el cuadrante Astuto se caracteriza por tener dificultades con el razonamiento frío es bastante esperable que no muestre muchas ofertas y en general tenga poca participación. Más aún la negociación que estamos revisando el agente azul tuvo un 100% de diálogos vacíos, lo que significa que se limitó a dar la misma oferta cada vez y rechazar las ofertas del agente verde. Eso por el lado de la personalidad, por el de las emociones tenemos que el agente en verde en sus exploraciones pudo generar ofertas progresivamente mejores para el agente azul, lo que mejoró la relación entre estos agentes bajando las exigencias del agente azul. Esto permitió al agente azul cambiar su rumbo de acción, proponer una oferta originalmente propuesta por el agente verde y así producir el acuerdo.

La gráfica de la Figura 56 presenta la negociación número 12 del experimento 2.6, con un participante en el cuadrante Guardián (color azul) y a otro en el cuadrante Explorador (verde). Esta negociación se desarrolló de manera muy similar al experimento 2.3 negociación 30. Si nos remontamos a la tabla de comparaciones, los promedios de estos dos experimentos son muy próximos y las diferencias nos indican que el experimento 2.6 tiene resultados peores de entre estos dos. Incluso el porcentaje de acuerdo es menor, de modo que entendemos esto como que en algún punto los perfiles del cuadrante Guardián deciden no seguir con sus esfuerzos.

La negociación número 2 del experimento 3.2 presentada en la muestra un par de agentes con perfil de personalidad en el cuadrante Astuto, en azul un perfil ENFP y en verde un INFJ. En esta negociación ambos agentes se dedican a defender su oferta ideal proponiéndola cada vez. Las personalidades en el cuadrante Astuto son independientes y con dificultades en lo social, sin embargo, el que estos perfiles llegaran a un acuerdo se explica por el componente Perceptivo en el descriptor MBTI del perfil del agente azul y su puntuación de Amabilidad (79) en el descriptor OCEAN. Estas características provocaron al agente verde “rendirse” al proponer la misma oferta que propuso el agente azul, logrando el acuerdo al costo de una utilidad baja (0.58 contra 1.0).

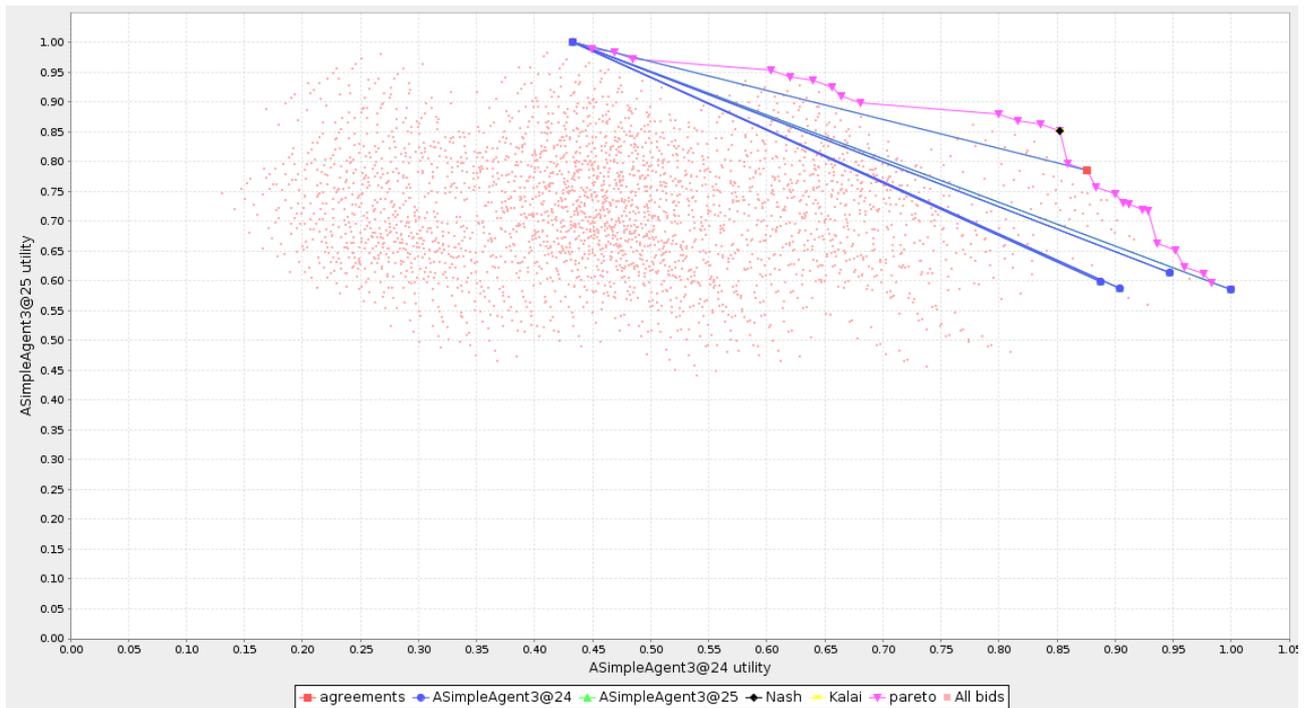


Figura 56: Gráfico de la negociación número 12 del experimento 2.6.

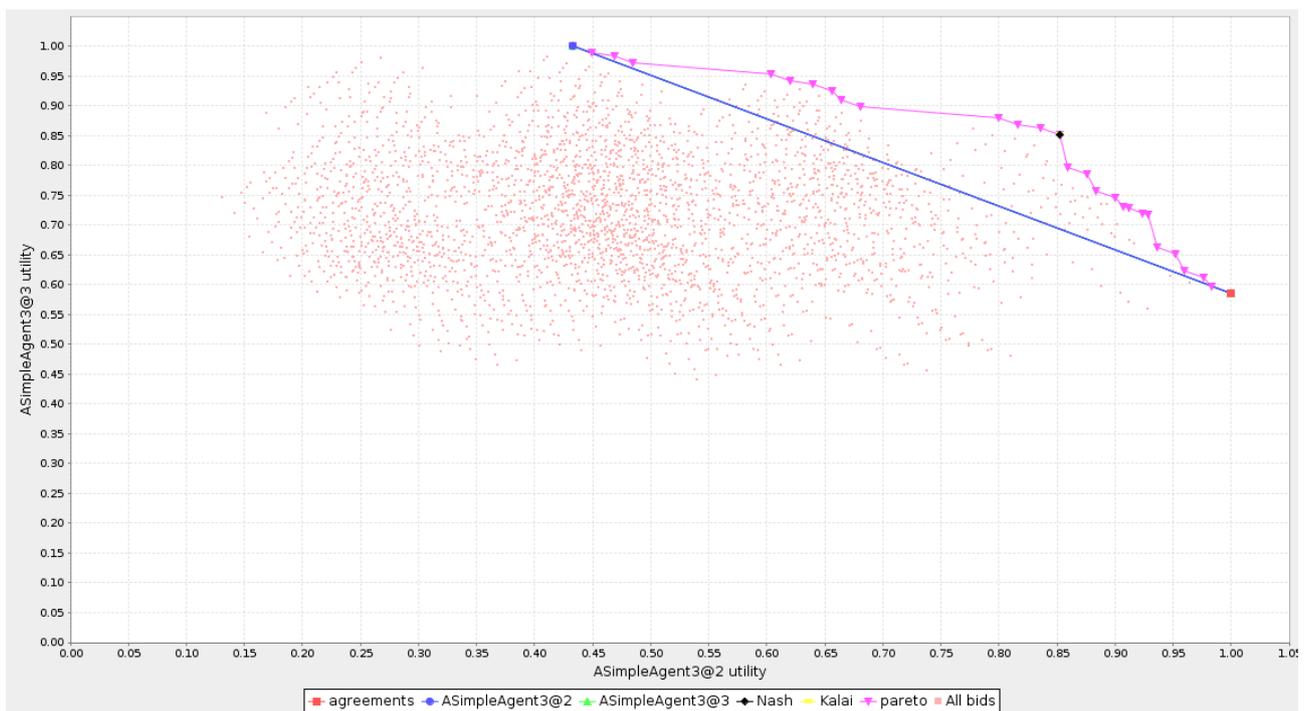


Figura 57: Gráfico de la negociación número 2 del experimento 3.2.

La última negociación que revisaremos es la repetición 23 del experimento 3.3 (Figura 58), donde participan dos perfiles del cuadrante Guardián ambos ISFJ. El agente azul tiene un descriptor O35 C10 E31 A69 N76 y el verde O59 C65 E70 A88 N43. El desarrollo de esta negociación se resuelve en tres rondas donde el agente verde realiza un movimiento de exploración amplio que coincide con la frontera de Pareto (y que termina siendo el acuerdo) mientras que el agente azul explora en un área más pequeña. Dado que la segunda oferta del agente verde está por encima del 0.60 de utilidad para el agente azul, el agente verde ahora agrada más al azul por lo que para la tercera oferta el

agente azul intenta generar un vecino a esa oferta pero termina proponiendo exactamente la misma oferta. Como es de esperar, esa oferta “de rebote” tiene más utilidad para el agente verde que para el azul.

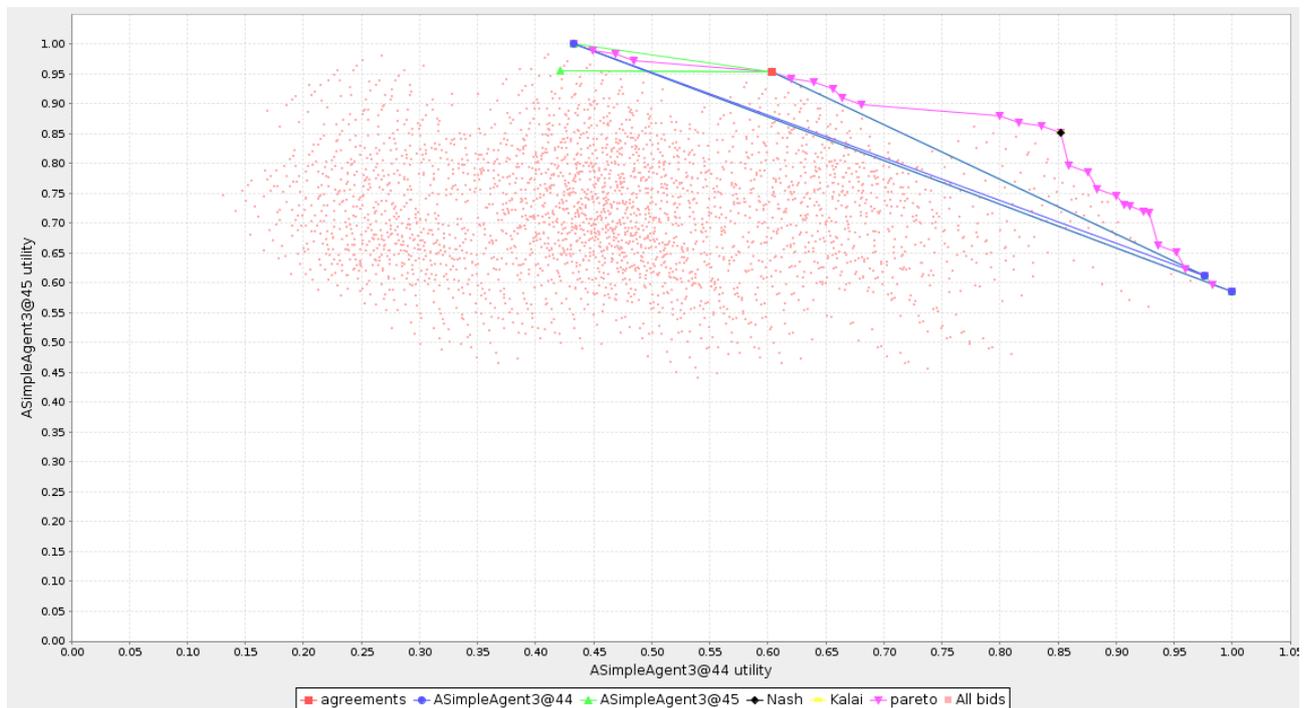


Figura 58: Gráfico de la negociación número 23 del experimento 3.3.

5.3.3 Uso de diálogos por el ANA

Los distintos perfiles de personalidad se dirigen de formas distintas en las situaciones que se les presentan. No solo en las ofertas se encuentra componente estratégico, también en la clase de diálogos elegido para usar en las interacciones. Los registros de las experimentaciones contienen todas las interacciones de los agentes de las que se obtuvieron los siguientes porcentajes de uso. Estos porcentajes resultan consistentes con el perfil de personalidad en los casos donde el MBTI indica comportamiento introvertido. Se esperaba que los agentes con perfil extrovertido el diálogo vacío se encontrara en o por debajo del 25%, es decir menos de su parte proporcional, sin embargo, observamos que en todos los casos está por encima del 31%. Un estudio con negociadores humanos que tengan el componente extrovertido puede indicar si es necesario balancear la selección de diálogos. Del mismo modo que las tablas anteriores, en color naranja se encuentran las cantidades máximas y en verde las mínimas.

Experimento	MBTI	Cuadrante	Diálogo vacío	Diálogo Preferencia	Diálogo Postura	Diálogo Emocional
2.1	INTJ	Analítico	75.48%	15.70%	4.68%	4.13%
2.1	INFJ	Astuto	44.63%	9.92%	7.99%	37.47%
2.2	INTJ	Analítico	74.53%	18.01%	4.04%	3.42%
2.2	ISFJ	Guardián	46.58%	9.32%	32.30%	11.80%

Experi- mento	MBTI	Cuadrante	Diálogo vacío	Diálogo Preferencia	Diálogo Postura	Diálogo Emocional
2.3	INTJ	Analítico	76.04%	16.99%	3.62%	3.34%
2.3	ESFP	Explorador	31.75%	15.60%	5.29%	47.35%
2.4	INFJ	Astuto	77.09%	7.97%	6.57%	8.37%
2.4	ISFJ	Guardián	48.41%	8.76%	34.26%	8.57%
2.5	INFJ	Astuto	74.89%	9.22%	7.13%	8.76%
2.5	ESFP	Explorador	40.49%	7.19%	6.82%	45.50%
2.6	ISFJ	Guardián	72.74%	6.07%	16.15%	5.04%
2.6	ESFP	Explorador	38.24%	10.98%	6.07%	44.70%
3.1	ENTJ	Analítico	44.44%	42.04%	6.31%	7.21%
3.1	INTJ	Analítico	39.64%	53.45%	3.60%	3.30%
3.2	ENFP	Astuto	59.94%	35.61%	2.22%	2.22%
3.2	INFJ	Astuto	52.00%	18.26%	12.67%	17.07%
3.3	ISFJ	Guardián	74.20%	6.67%	11.59%	7.54%
3.3	ISFJ	Guardián	48.12%	11.01%	29.57%	11.30%
3.4	ESFP	Explorador	37.55%	36.06%	4.28%	22.12%
3.4	ESFP	Explorador	42.19%	15.24%	9.29%	33.27%

6. Conclusiones y trabajos futuros

En este capítulo se presentan reflexiones acerca de este proyecto de tesis, así como algunas ideas que permiten extender el trabajo de investigación o el área de estudio.

6.1 Conclusiones

En este trabajo de tesis se diseñó e implementó un mecanismo (AIPEN) que permite a un agente negociador evaluar a otros participantes y actuar en consecuencia. El esquema que permite esto al agente es la Arquitectura para la Integración de Personalidad y Emociones en la Negociación, la cual considera distintos aspectos de una interacción en el contexto de las negociaciones. La AIPEN tiene las funciones de evaluar las acciones del agente, alimentar un núcleo que calcula el estado emocional, definir pautas de acción según las características de la personalidad y configurar los parámetros necesarios para la heurística de negociaciones, así como la formulación de diálogos. Esta heurística funciona en términos de la utilidad general de las ofertas y vecindad en el espacio de soluciones, eligiendo entre formular ofertas en la región próxima a la oferta ideal propia o la del otro agente. Ambas formas de formulación de ofertas incluyen oportunidades para la exploración y manejan rangos para adaptarse al rumbo de acciones que puede dirigirse a Exigir, Ceder o Mantener utilidades.

Consideramos que el desempeño comportamental alcanzados con la implementación del ANA son satisfactorias ya que permiten al agente seguir distintas pautas de comportamiento al tratar agentes con perfiles de personalidad propios. Por el lado de la optimización los resultados son también satisfactorios al encontrar al ANA ganador en las métricas relacionadas con la utilidad, al menos en el dominio de negociaciones seleccionado para las experimentaciones. Como se puede apreciar, estos dos aspectos pueden requerir pruebas más elaboradas que por razones de tiempo y población no fueron realizadas para este trabajo de tesis. Por ejemplo, para probar el desempeño se podrían realizar experimentaciones en muchos más y variados dominios de negociación, con más agentes de destacado desempeño. En cuanto al comportamiento del agente ANA serían interesante realizar pruebas de negociación con sesiones en vivo en las que participen humanos y agentes ANA de modo que el participante humano no tenga indicios de cual negociador es un humano y cual no.

Sin embargo, para este último tipo de prueba hace falta un par de elementos: primero, un servicio de mensajería que permita desarrollar el protocolo de negociación adecuadamente y que mantenga el carácter anónimo de los participantes; el segundo se trata de algo un poco más complejo, si bien la AIPEN dirige adecuadamente la heurística de negociaciones para reflejar el perfil de personalidad y el estado emocional aún hay aspectos del comportamiento humano que pueden tener importancia en el objetivo del comportamiento realista y que pueden delatar al agente ANA. Un ejemplo es que las negociaciones las inicia con la oferta de mayor utilidad para si mismo, sin embargo, al comparar las ofertas iniciales obtenemos que las utilidades de las negociaciones entre humanos son distintas. Se estima que tienen una utilidad considerablemente menor a la que se obtiene en la simulación del agente ANA debido a que los humanos en lo general no inician con la mejor oferta posible para su interés. Esto también podría estar afectando los resultados finales de las negociaciones y podría ser útil estudiar el efecto de esta oferta inicial modificada.

6.2 Trabajos futuros

Como primera idea para trabajo futuro, enfocándose en la realización de agentes negociadores con comportamiento realista, podría tratarse la formulación de ofertas iniciales ya que el resultado final de la negociación tiene que ver en parte con la trayectoria dentro de la negociación y en parte con el punto de partida de cada agente, esto es la oferta inicial. En este trabajo de tesis se empleó la oferta ideal u oferta de utilidad máxima como oferta inicial, sin embargo, al comparar los resultados de las negociaciones obtenemos que los resultados de utilidad de las negociaciones entre humanos. Se estima que tienen una utilidad considerablemente menor a la que se obtiene en la simulación del agente ANA debido a que los humanos en lo general no inician con la mejor oferta posible para su interés. Una posible vertiente consideraría un procesamiento del perfil de preferencia para formular una oferta inicial basándose en el perfil de personalidad y una emoción inicial.

Otro trabajo futuro puede ser la realización de pruebas de similitud humano-máquina, en ellas un humano podría negociar con uno o dos agentes en el mismo entorno de negociación de modo que no sepa si los otros agentes son humanos o son agentes de software. Este trabajo implicaría una extensión del entorno GENIUS para dotarle de una mensajería instantánea por red que permita a la plataforma desarrollar adecuadamente los protocolos de negociación ya incluidos. Este módulo de mensajería instantánea deberá contar con herramientas en la interfaz de usuario que permitan al humano negociador formular las ofertas y diálogos de modo que el envío de mensajes no delate a un posible agente de software negociador.

Un posible tercer trabajo consistiría en el modelado e implementación de Estados de ánimo para un agente negociador con comportamiento realista. Este trabajo contemplaría la influencia que tienen el aburrimiento, el cansancio, confusión y sus contrapartes en el proceso de negociación. Algunos posibles efectos de estos Estados de ánimo pueden ser la pérdida de interés en la negociación, la urgencia para llegar a un acuerdo, errores al considerar los elementos necesarios para la formulación de ofertas y decisión de voto, así como fallas al captar o evaluar las acciones de otros agentes.

Agentes como el ANA con las capacidades de adaptación del comportamiento serían valiosos en distintos campos donde se aplican negociaciones. Los agentes dotados de estas características pueden potenciar sus capacidades formando relaciones basadas en el provecho o utilidad que percibe de los demás, respondiendo a estas relaciones con cooperación si son positivas y evasión si son negativas. Piense por ejemplo en una simulación de comportamiento emocional para realizar ejercicios de entrenamiento de ventas contra distintos tipos de personalidades como entrenamiento en el rol de vendedor o comprador. Otro ejemplo puede ser un juego serio en el que se use una mecánica de juego basada en negociación para intercambio de bienes o acuerdo de planes entre distintos agentes virtuales y el jugador; entonces durante el desarrollo del juego podrían generarse distintos bandos basados en la evolución de las relaciones, aunque esto requeriría un protocolo de negociaciones flexible para la mecánica de juego. Además, la misma AIPEN puede ser extrapolada para emplearse en otras actividades puntuales para proveerles adaptación del comportamiento.

7. Bibliografía

1. Baarslag, T.: What to bid and when to stop., (2014).
2. Sebastian Ahrndt, Johannes Fähndrich, Sahin Albayrak: Modelling of personality in agents: from psychology to implementation. Proceedings of the HAIDM. 1–16 (2015).
3. María Lucila Morales Rodríguez: Modèle d'interaction sociale pour des agents conversationnels animés: Application à la rééducation de patients cérébro-lésés.
4. Russell, S., Peter Norvig: Artificial Intelligence: A modern approach. Artificial Intelligence. Prentice-Hall, Egnlewood Cliffs. 25, 79–80 (1995).
5. Franklin, S., Graesser, A.: Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. In: International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages. pp. 21–35. Springer (1996).
6. Jeffrey M. Bradshaw: Software Agents: An introduction to software agents. (1997).
7. Iglesias Fernández, C.Á.: FUNDAMENTOS DE LOS AGENTES INTELIGENTES. Madrid (1998).
8. Davis, R., Shrobe, H., Szolovits, P.: What is a knowledge representation? AI magazine. 14, 17 (1993).
9. Iglesias Fernández, C.Á.: Definición de una metodología para el desarrollo de sistemas multiagente. Madrid (1998).
10. Enrique Castillo, José Manuel Gutiérrez, Ali S. Hadi: Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas.
11. Merritt, D.: Building expert systems in Prolog. Amazi. inc. 5861, (1989).
12. Jacques Ferber: Les Systèmes Multi Agents: vers une intelligence collective. InterEditions (1995).
13. Gerhard Weiss ed: Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence. MIT Press, Cambridge, Mass (1999).
14. Nicholas M Avouris, Les Gasser: Distributed Artificial Intelligence: Theory and Praxis. 256.
15. Kolp, M., Do, T.T., Faulkner, S., Hoang, T.T.H.: From Social Designs to Multi-Agent Architectures. 26.
16. Paola Rizzo, Manuela Veloso: Goal Based Personalities and Social Behaviors in Believable Agents.
17. Funda Durupınar, Jan Allbeck, Nuria Pelechano, Norman Badler: Creating Crowd Variation with the OCEAN Personality Model. 4.
18. Denzin, N.K.: On Understanding Emotion. Transaction Publishers (1994).
19. Antonio Cano-Vindel: Orientaciones en el Estudio de la Emoción. (1995).
20. Stacy Marsella, Jonathan Gratch, Paolo Petta: Computational models of emotion. 22 (2010).
21. María de los Ángeles Malfaz Vázquez: Sistema de toma de decisiones basado en emociones y autoaprendizaje para agentes sociales autonomos, (2007).
22. Christine L Lisetti: Emotion Generation for Artificial Agents via a Hybrid Architecture. 10.
23. K. Wong: Personality model of a believable and socially intelligent character. University of Sheffield. (2004).
24. Christoph Bartneck, Michael Lyons, Martin Saerbeck: The Relationship Between Emotion Models and Artificial Intelligence. 13.
25. Polaino-Lorente, A., Truffino, J.C., Armentia, A. del P.: Fundamentos de psicología de la personalidad. Ediciones Rialp (2003).
26. The Myers & Briggs Foundation - The 16 MBTI® Types, <https://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/mbti-basics/the-16-mbti-types.htm?bhcp=1>, last accessed 2018/09/29.
27. Jonker, C.M., Hindriks, K.V., Wiggers, P., Broekens, J.: Negotiating Agents. AI Magazine. 33, 79 (2012). <https://doi.org/10.1609/aimag.v33i3.2421>.
28. Catholijn M. Jonker: The Pocket Negotiator, synergy between man and machine. (2007).

29. Pocket Negotiator | Prof. C.M. Jonker, <https://www.catholijnjonker.nl/projects/pocket-negotiator>, last accessed 2019/02/12.
30. Visser, W.M.: Qualitative multi-criteria preference representation and reasoning., (2012).
31. Pommeranz, A.: Designing human-centered systems for reflective decision making., (2012).
32. Joost Broekens: Modeling the Experience of Emotion. (2010).
33. Joost Broekens: Joost Broekens Profile, <http://www.joostbroekens.com/>, last accessed 2018/10/06.
34. Automated Negotiating Agents Competition (ANAC) - Negotiation, [http://ii.tudelft.nl/negotiation/index.php/Automated_Negotiating_Agents_Competition_\(ANAC\)](http://ii.tudelft.nl/negotiation/index.php/Automated_Negotiating_Agents_Competition_(ANAC)), last accessed 2018/09/29.
35. A.S.Y. Dirkzwager: Towards Understanding Negotiation Strategies: Analyzing the Dynamics of Strategy Components.
36. Xenou, K., Chalkiadakis, G.: Algorithms for Automated Multilateral Negotiations. 96.
37. Mell, J., Gratch, J., Baarslag, T., Aydoğran, R., Jonker, C.M.: Results of the First Annual Human-Agent League of the Automated Negotiating Agents Competition. In: Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents - IVA '18. pp. 23–28. ACM Press, Sydney, NSW, Australia (2018). <https://doi.org/10.1145/3267851.3267907>.
38. Lin, R., Kraus, S., Baarslag, T., Tykhonov, D., Hindriks, K., Jonker, C.M.: GENIUS: AN INTEGRATED ENVIRONMENT FOR SUPPORTING THE DESIGN OF GENERIC AUTOMATED NEGOTIATORS. *Computational Intelligence*. 30, 48–70 (2014). <https://doi.org/10.1111/j.1467-8640.2012.00463.x>.
39. Mell, J., Gratch, J.: IAGO: Interactive Arbitration Guide Online (Demonstration). 3.
40. Kiam Tian Seow, Khee Yin How: Collaborative Assignment : A Multiagent Negotiation Approach Using BDI Concepts. (2002).
41. Shavit Talman, Meirav Hadad, Ya'akov Gal, Sarit Kraus: Adapting to agents' personalities in negotiation. Presented at the (2005). <https://doi.org/10.1145/1082473.1082532>.
42. Popescu, A., Broekens, J., van Someren, M.: GAMYGDALA: An Emotion Engine for Games. *IEEE Transactions on Affective Computing*. 5, 32–44 (2014). <https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2013.24>.
43. Broekens, J.: Emotion engines for games in practice: Two case studies using Gamygdala. In: 2015 International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII). pp. 790–791. IEEE, Xi'an, China (2015). <https://doi.org/10.1109/ACII.2015.7344662>.
44. Rogelio Florencia Juárez: Agente Conversacional Corpóreo que utiliza AIML para integrar procesos de personalidad, (2010).
45. ProcessBuilder (Java Platform SE 7), <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/lang/ProcessBuilder.html>, last accessed 2019/03/22.
46. Keirse, D.: Please understand me II: temperament, character, intelligence. Prometheus Nemesis, Del Mar, CA (1998).
47. Jonker, C.M.: Automated Negotiating Agents Competition (ANAC). Proceedings of the Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-17) 2017. 3 (2017).
48. Appendix C: The AUML Notation. In: Developing Intelligent Agent Systems. pp. 205–213. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK (2005). <https://doi.org/10.1002/0470861223.app3>.
49. Yoosef Abushark, John Thangarajah: AUML Protocols: Specification to Detailed Design. Presented at the May (2013).
50. J. M. Drake: Diagramas de actividad y diagramas de estados. 30.
51. Lind, J.: Specifying Agent Interaction Protocols with Standard UML. In: Wooldridge, M.J., Weiß, G., and Ciancarini, P. (eds.) *Agent-Oriented Software Engineering II*. pp. 136–147. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2002). https://doi.org/10.1007/3-540-70657-7_9.
52. Paurobally, S., Cunningham, J., Jennings, N.R.: Developing Agent Interaction Protocols Using Graphical and Logical Methodologies. In: Dastani, M.M., Dix, J., and El Fallah-Seghrouchni,

- A. (eds.) Programming Multi-Agent Systems. pp. 149–168. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2004). https://doi.org/10.1007/978-3-540-25936-7_8.
53. SHAMIMABI PAUROBALLY: Rational Agents And The Processes an Estates Of Negotiation, (2002).

8. Anexos

8.1 Los tipos de personalidad del MBTI

ISTJ – Intraversion + Sensing + Thinking + Judging

Tranquilo, serio, obtiene el éxito mediante la minuciosidad y la confiabilidad. Práctico, flemático, realista y responsable. Decide lógicamente qué se debe hacer y trabaja para lograrlo constantemente, independientemente de las distracciones. Disfruta de hacer que todo sea ordenado y organizado: su trabajo, su hogar, su vida. Valorar las tradiciones y la lealtad.

ISFJ – Intraversion + Sensing + Feeling + Judging

Tranquilo, amigable, responsable y concienzudo. Comprometido y estable en el cumplimiento de sus obligaciones. Completo, minucioso y preciso. Leal, considerado, observa y recuerda detalles sobre las personas que son importantes para ellos, preocupados por cómo se sienten los demás. Se esfuerza por crear un ambiente ordenado y armonioso en el trabajo y en el hogar.

INFJ – Intraversion + Intuition + Feeling + Judging

Buscar significado y conexión en ideas, relaciones y posesiones materiales. Desea comprender qué motiva a las personas y es perspicaz acerca de los demás. Concienzudo y comprometido con sus valores firmes. Desarrolla una visión clara sobre la mejor manera de servir al bien común. Organizado y decisivo en la implementación de su visión.

INTJ – Intraversion + Intuition + Thinking + Judging

Tienen mentes originales y un gran impulso para implementar sus ideas y lograr sus objetivos. Ve rápidamente patrones en eventos externos y desarrolle perspectivas explicativas de largo alcance. Cuando está comprometido, organiza un trabajo y lo lleva a cabo. Escépticos e independientes, tienen altos estándares de competencia y rendimiento, para ellos y para los demás.

ISTP – Intraversion + Sensing + Thinking + Perceiving

Observadores tolerantes, flexibles y tranquilos hasta que aparezca un problema, luego actúa rápidamente para encontrar soluciones viables. Analiza qué hace que las cosas funcionen y atraviesa fácilmente grandes cantidades de datos para aislar el núcleo de los problemas prácticos. Interesado en causa y efecto, organiza hechos usando principios lógicos, eficiencia de valor.

ISFP – Intraversion + Sensing + Feeling + Perceiving

Tranquilo, amigable, sensible y amable. Disfruta el momento presente, lo que está pasando a su alrededor. Les gusta tener su propio espacio y trabajar dentro de su propio marco de tiempo. Leal y

comprometido con sus valores y con las personas que son importantes para ellos. No les gustan los desacuerdos y conflictos, no fuerzan sus opiniones o valores en otros.

INFP – Intraversion + Intuition + Feeling + Perceiving

Idealista, leal a sus valores y a las personas que son importantes para ellos. Quiere una vida externa que sea congruente con sus valores. Curiosas, rápidas de ver las posibilidades, pueden ser catalizadores para implementar ideas. Intenta comprender a las personas y ayudarlas a desarrollar su potencial. Adaptable, flexible y aceptado a menos que un valor esté amenazado.

INTP – Intraversion + Intuition + Thinking + Perceiving

Busca desarrollar explicaciones lógicas para todo lo que le interesa. Teórico y abstracto, interesado más en las ideas que en la interacción social. Silencioso, contenido, flexible y adaptable. Tiene una capacidad inusual para concentrarse en profundidad para resolver problemas en su área de interés. Escéptico, a veces crítico, siempre analítico.

ESTP – Extraversion + Sensing + Thinking + Perceiving

Flexible y tolerante, adoptan un enfoque pragmático centrado en resultados inmediatos. Las teorías y las explicaciones conceptuales les aburren, quieren actuar enérgicamente para resolver el problema. Se enfoca en el aquí y ahora, espontáneo, disfrute de cada momento que pueda estar activo con los demás. Disfruta las comodidades materiales y el estilo. Aprende mejor haciendo.

ESFP – Extraversion + Sensing + Feeling + Perceiving

Extrovertido, amable y aceptable. Exuberantes amantes de la vida, las personas y las comodidades materiales. Disfruta trabajando con otros para que las cosas sucedan. Ofrece sentido común y un enfoque realista de su trabajo, y hace que el trabajo sea divertido. Flexible y espontáneo, puede adaptarse fácilmente a nuevas personas y entornos. Aprende mejor probando una nueva habilidad con otras personas.

ENFP – Extraversion + Intuition + Feeling + Perceiving

Cálidamente entusiasta e imaginativo. Ve la vida llena de posibilidades. Hace conexiones entre eventos e información muy rápidamente y procede con confianza en función de los patrones que ve. Quiere mucha afirmación de los demás, agradece y apoya fácilmente. Espontánea y flexible, a menudo se basan en su capacidad para improvisar y su fluidez verbal.

ENTP – Extraversion + Intuition + Thinking + Perceiving

Rápido, ingenioso, estimulante, alerta y franco. Ingenioso en la resolución de problemas nuevos y desafiantes. Adepto a generar posibilidades conceptuales y luego analizarlas estratégicamente.

Bueno leyendo a otras personas. Aburridos por la rutina, rara vez harán lo mismo de la misma manera, propensos a recurrir a un interés nuevo tras otro.

ESTJ – Extraversion + Sensing + Thinking + Judging

Práctico, realista, flemático. Decisivo, avanza rápidamente para implementar decisiones. Organiza proyectos y personas para hacer las cosas, se concentra en obtener resultados de la manera más eficiente posible. Cuida los detalles de rutina. Tiene un conjunto claro de estándares lógicos, los sigue sistemáticamente y quiere que otros también lo hagan. Fuertes en la implementación de sus planes.

ESFJ – Extraversion + Sensing + Feeling + Judging

Cálido, concienzudo y cooperativo. Desea armonía en su entorno y trabaja con determinación para establecerlo. Le gusta trabajar con otros para completar las tareas de manera precisa y puntual. Leal, incluso en asuntos pequeños. Observa lo que otros necesitan en su vida cotidiana e intenta proporcionarlo. Quiere ser apreciado por quiénes son y por lo que contribuyen.

ENFJ – Extraversion + Intuition + Feeling + Judging

Cálido, empático, receptivo y responsable. Muy en sintonía con las emociones, necesidades y motivaciones de los demás. Encuentra potencial en todos, quiere ayudar a otros a desarrollar su potencial. Puede actuar como catalizadores para el crecimiento individual y grupal. Leal, sensible al elogio y la crítica. Sociable, ayuda a otros en un grupo y brinda un liderazgo inspirador.

ENTJ – Extraversion + Intuition + Thinking + Judging

Franco, decisivo, asume el liderazgo fácilmente. Ve rápidamente procedimientos y políticas ilógicos e ineficientes, desarrolla e implementa sistemas integrales para resolver problemas de la organización. Disfruta de la planificación a largo plazo y la fijación de objetivos. Usualmente bien informado, bien leído, disfruta expandiendo sus conocimientos y transmitiéndolos a otros. Fuerza en la presentación de sus ideas.

8.2 Herramientas de formalización de interacciones

A continuación, se tratan algunas herramientas de formalización de interacciones específicamente pensadas para representaciones adecuadas del paradigma de agentes. Si bien existen otras herramientas que se pueden encontrar en la literatura de agentes, como las redes de Petri y Gráficas de estados finitos; en concreto hablaremos del estándar AUML, los diagramas de actividad UML y la propuesta ANML de meta-lenguaje y herramientas gráficas.

AUML

AUML es una extensión del Lenguaje de modelado unificado (UML) para agentes. El propósito de AUML es generar mecanismos que apoyen el desarrollo a lo largo de su ciclo de vida [48]. Aunque la notación AUML admite todo el ciclo de vida del desarrollo, en este trabajo solo nos preocupa la notación AUML para los protocolos de interacción del agente. Más específicamente, los diagramas de secuencia AUML.

Como mencionamos en secciones anteriores, los agentes que implementan el protocolo deben poder enviar y recibir mensajes en el orden especificado. Para representarlos se usan diagramas de secuencia AUML que también se les conoce como diagramas de protocolo [49]. Los diagramas de secuencia AUML (como en Figura 59) son similares a los diagramas de secuencia UML que se utilizan en el paradigma orientado a objetos. Sin embargo, en lugar de tener instancias de objetos como las entidades principales del diagrama, los agentes (o roles de agente) son las entidades principales, permitiendo diferenciar casos de reacción a interacciones.

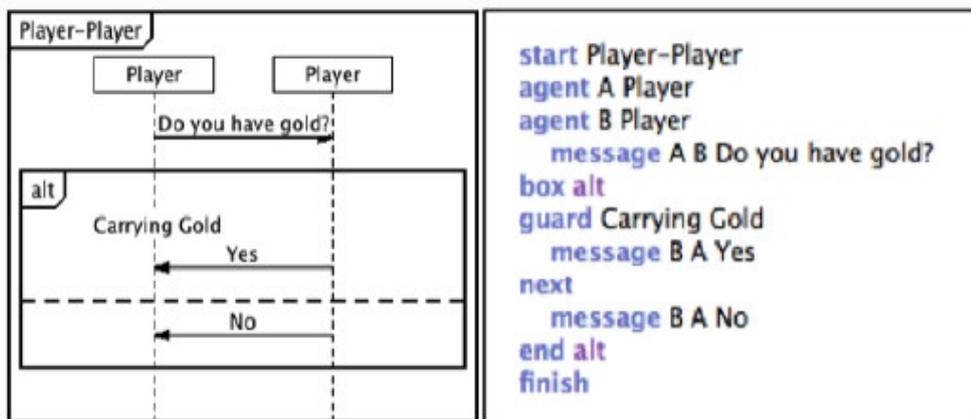


Figura 59: Diagrama de secuencia AUML y su notación textual (de [48]).

Diagrama de actividad UML

Los diagramas de actividad permiten describir como un sistema implementa su funcionalidad. Los diagramas de actividad modelan el comportamiento dinámico de un procedimiento, transacción o caso de uso haciendo énfasis en el proceso que se lleva a cabo [50]. Los diagramas de actividad son uno de los elementos de modelado que son mejor comprendidos por todos, ya que son herederos directos de los diagramas de flujo. Los diagramas de actividad son más expresivos que los diagramas de flujo. También heredan características de los diagramas de estado, los diagramas de flujo de datos y las redes de Petri.

En los diagramas de actividad cada cálculo se expresa en términos de estados y progresión a través de estos *estados* [51]. De manera natural UML permite un modelado jerárquico, y distingue entre dos clases de estados. Los *estados de acción* son entidades atómicas que no se pueden descomponer y que se relacionan con declaraciones atómicas en un lenguaje de programación, por ejemplo, asignación de variables. Los *estados de actividad*, por otro lado, representan una *colección* de estados atómicos y, por lo tanto, pueden descomponerse en estos estados atómicos. Además, la ejecución de una actividad puede interrumpirse entre cualquier estado posterior. En términos de lenguajes de programación, las acciones están relacionadas con declaraciones y actividades relacionadas con subrutinas.

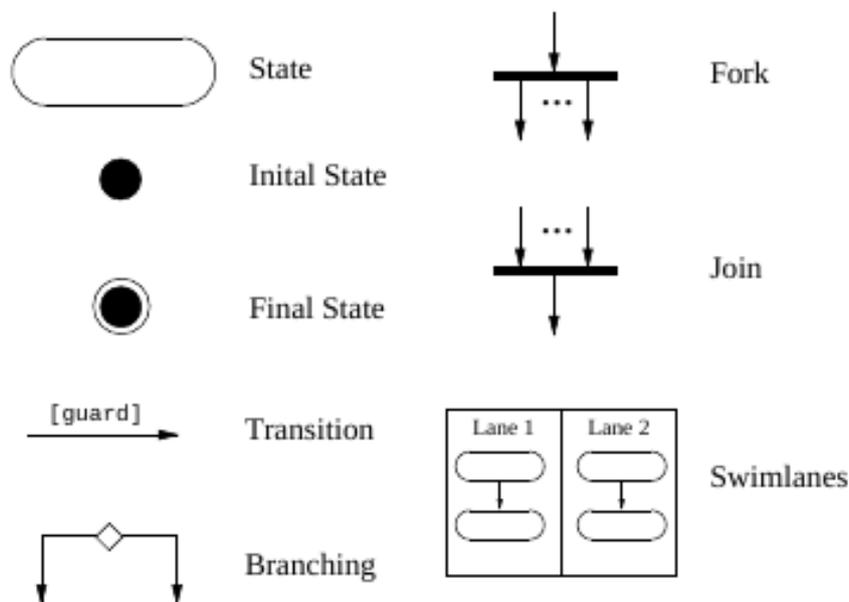


Figura 60: Elementos estructurales de los diagramas de actividad UML (de [51]).

ANML

El meta-lenguaje Agent Negotiation Meta-Language (ANML) tiene como propósito el ser usado para construir y razonar acerca de los protocolos y proveer teoría abstracta de una conversación [52]. Según Paurobally [53] con las especificaciones de ANML los protocolos de interacción entre agentes pueden especificarse de manera concisa y completa, en conjunto permiten razonar acerca de los estados y procesos de una negociación. Asegura también que ANML es lo suficientemente expresivo como para especificar interacciones dinámicas de agentes muchos a muchos, permitiendo la representación de distintos protocolos bilaterales y multilaterales como puede observar en la Figura 61 la descripción escrita en el meta-lenguaje y su versión gráfica en la Figura 62.

$$\begin{aligned}
\neg \text{multi_interaction} &\leftrightarrow [G.\text{multilateral_process}_m] \text{closed} & (1) \\
\text{multi_interaction} &\leftrightarrow \text{one-of}(\{\text{motioned}, \text{closed}\}) & (2) \\
\text{closed} &\leftrightarrow \text{one-of}(\{\text{agreed}, \text{rejected}, \text{withdrawn}\}) & (3) \\
\text{motioned} &\leftrightarrow \text{one-of}(\{\text{pending}, \text{seconded}, \text{voting}\}) & (4) \\
\neg \text{multi_interaction} &\leftrightarrow \text{none-of}(\{\text{motioned}, \text{closed}\}) & (5) \\
\neg \text{closed} &\leftrightarrow \text{none-of}(\{\text{agreed}, \text{rejected}, \text{withdrawn}\}) & (6) \\
\neg \text{motioned} &\leftrightarrow \text{none-of}(\{\text{pending}, \text{seconded}, \text{voting}\}) & (7) \\
\neg \text{multi_interaction} &\leftrightarrow [X.\text{motion}_m] \text{pending}_m(X) & (8) \\
\text{pending}_m(X) &\leftrightarrow ([Y.\text{second}_m] \text{seconded}_m(Y) \\
&\quad \vee [\text{timeout}] \text{withdrawn}_m \\
&\quad \vee [X.\text{withdraw}_m] \text{withdrawn}_m) \wedge \neg (X=Y) & (9) \\
Y \in G &\leftrightarrow (Y.\text{amend}_{m_1} :: G.\text{multilateral_process}_{m_1}) & (10) \\
Y \in G &\leftrightarrow (Y.\text{call}_{m_2} :: G.\text{multilateral_process}_{m_2}) & (11) \\
\text{seconded}_m(X) &\leftrightarrow ([\text{timeout}; G.\text{vote}_m] \text{voting}_m(G) \vee \\
&\quad ([Y.\text{amend}_{m_1}; \text{agreed}_{m_1} ?; \text{reinitialise}] \text{seconded}_{m_1}(Y)) \vee \\
&\quad ([Y.\text{call}_{m_2}; \text{agreed}_{m_2} ?; G.\text{vote}_m] \text{voting}_m(G))) \\
&\quad \wedge \neg (X=Y) & (12) \\
\text{voting}_m(G) &\leftrightarrow [G.\text{count}_m; (\Sigma \text{yes-votes} \geq \frac{1}{2})?] \text{agreed}_m \\
&\quad \vee [G.\text{count}_m; (\Sigma \text{yes-votes} < \frac{1}{2})?] \text{rejected}_m & (13)
\end{aligned}$$

Figura 61: Protocolo Multilateral en ANML (de [53]).

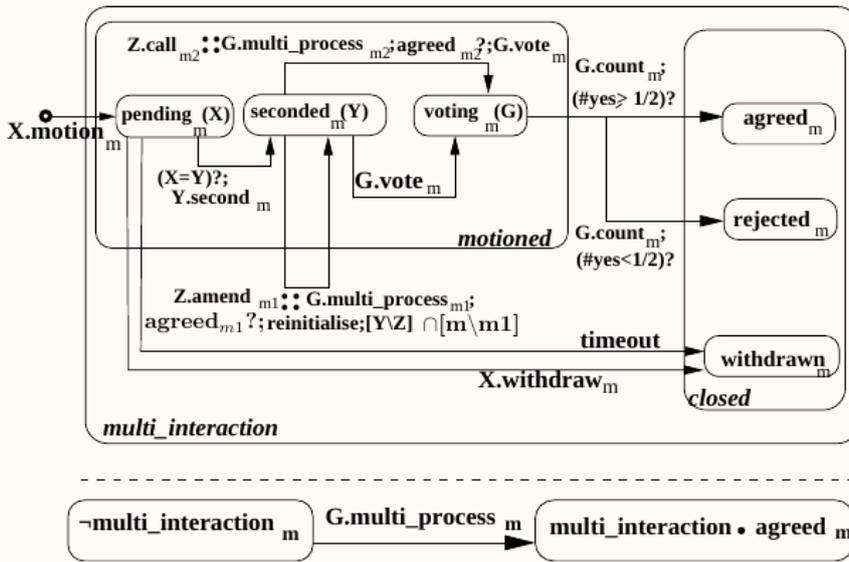


Figura 62: Protocolo Multilateral gráfica de estados (de [52]).

8.3 Protocolo de ofertas múltiples alternadas dialogadas

Para lograr que las emociones y personalidad formen parte de las interacciones de los agentes y no solamente su razonamiento es necesario que tengan vía de expresión que muestre a otros agentes fragmentos del estado emocional, estado de su relación, razonamientos y posturas. En las siguientes gráficas estándar del protocolo se maneja el concepto de mensaje de retro-alimentación como el conjunto respuesta a una oferta, esta retro-alimentación se compone del voto y una justificación la cual completa la vía de expresión. Los mensajes de justificación pueden ser de tres tipos distintos:

- Expresión de preferencias: una relación de preferencia p.e. Recurso A < Recurso B.
- Postura sobre una oferta: puede ser una recomendación u opinión p.e. Solicitas demasiado Recurso A.
- Notificación emocional: puede tratar sobre el efecto inmediato de su oferta o en ella suma de sus acciones p.e. Nuestra relación empeora.

Enviar mensajes sin contenido también es una opción. Para el detalle del juego de diálogos vea la sección 8.4.

Definición del protocolo

Primero ubicamos el paquete `genius.core.protocol` donde encontramos el código fuente de los protocolos incluidos en GENIUS. En nuestro caso, basado en el orden y código `AlternatingMultipleOffersProtocol`, se creó una versión de mismo orden, pero con soporte de acciones con un campo que almacena diálogo. En la definición del protocolo es especialmente relevante la función `getRoundStructure`, esta genera turnos para los agentes. Las acciones permitidas por el protocolo deben estar definidas y soportadas en el paquete `genius.core.actions`.

Empleando las técnicas gráficas del ANML se plasmó en la Figura 63, la estructura del protocolo AMDOP (Alternating Multiple Dialoged Offers Protocol). El subestado específico al que dirige GENIUS al iniciar la negociación es *ofertando* donde se genera una oferta inicial y opcionalmente un argumento que justifica esta oferta, de este estado se puede producir una única transición de salida que consiste en enviar la oferta y su justificación generadas al resto de agentes participantes; la transición apunta hacia el subestado *evaluando* en el que ocurren los procesos de razonamiento de los agentes y sale del subestado una transición que consiste en responder con retro-alimentación al mensaje captado con anterioridad; entonces el protocolo entra en un subestado, *votando*, el cual representa la recepción de la retro-alimentación y obtención de todos los votos para cada oferta, lo cual produce dos posibles transiciones de salida:

Si la votación es aceptación unánime, la transición apunta al estado *cierre* más exactamente el subestado *acuerdo* que es el estado exitoso de la negociación.

Si ninguna oferta tiene el voto favorable de todos los participantes, la transición apunta al subestado *re-formular* dedicado a asimilar la retro-alimentación, la única transición posible desde este subestado es *actualizar* el estado interno de los agentes y eso nos dirige hacia el subestado *ofertando* en el que genera una nueva oferta. Se entiende que cada vez que se llega al estado inicial *ofertando* se inicia una nueva ronda y por lo tanto el estado sigue siendo ronda.

Diagramas del protocolo

ANML - Agent Negotiation Meta-Language

El Protocolo de ofertas múltiples alternadas pertenece al tipo de negociación multilateral y tiene dos estados posibles: se están realizando rondas de negociación o se está ejecutando la conclusión del proceso de negociación. Como muestra la Figura 63: Protocolo de ofertas múltiples alternadas en ANML, el proceso es iniciado por el entorno GENIUS por lo que entra en el estado de *Negociación multilateral* y se dirige al uno de sus subestados: *Ronda*. Cada ronda está compuesta de subestados secuenciales que ilustran las actividades que realizan los agentes involucrados en la negociación. El otro subestado de la negociación es el *cierre*, todos sus subestados representan preparativos para finalizar la negociación independientemente de que se logre un acuerdo o no.

El subestado específico al que dirige GENIUS al iniciar la negociación es *ofertando* donde se genera una oferta inicial y opcionalmente un argumento que justifica esta oferta, de este estado se puede producir una única transición de salida que consiste en enviar la oferta y su justificación generadas al resto de agentes participantes; la transición apunta hacia el subestado *evaluando* en el que ocurren los procesos de razonamiento de los agentes y sale del subestado una transición que consiste en responder con retro-alimentación al mensaje captado con anterioridad; entonces el protocolo entra en un subestado, *votando*, el cual representa la recepción de la retro-alimentación y obtención de todos los votos para cada oferta, lo cual produce dos posibles transiciones de salida:

Si la votación es aceptación unánime, la transición apunta al estado *cierre* más exactamente el subestado *acuerdo* que es el estado exitoso de la negociación.

Si ninguna oferta tiene el voto favorable de todos los participantes, la transición apunta al subestado *re-formular* dedicado a asimilar la retro-alimentación, la única transición posible desde este subestado es *actualizar* el estado interno de los agentes y eso nos dirige hacia el subestado *ofertando* en el que genera una nueva oferta. Se entiende que cada vez que se llega al estado inicial *ofertando* se inicia una nueva ronda y por lo tanto el estado sigue siendo *ronda*.

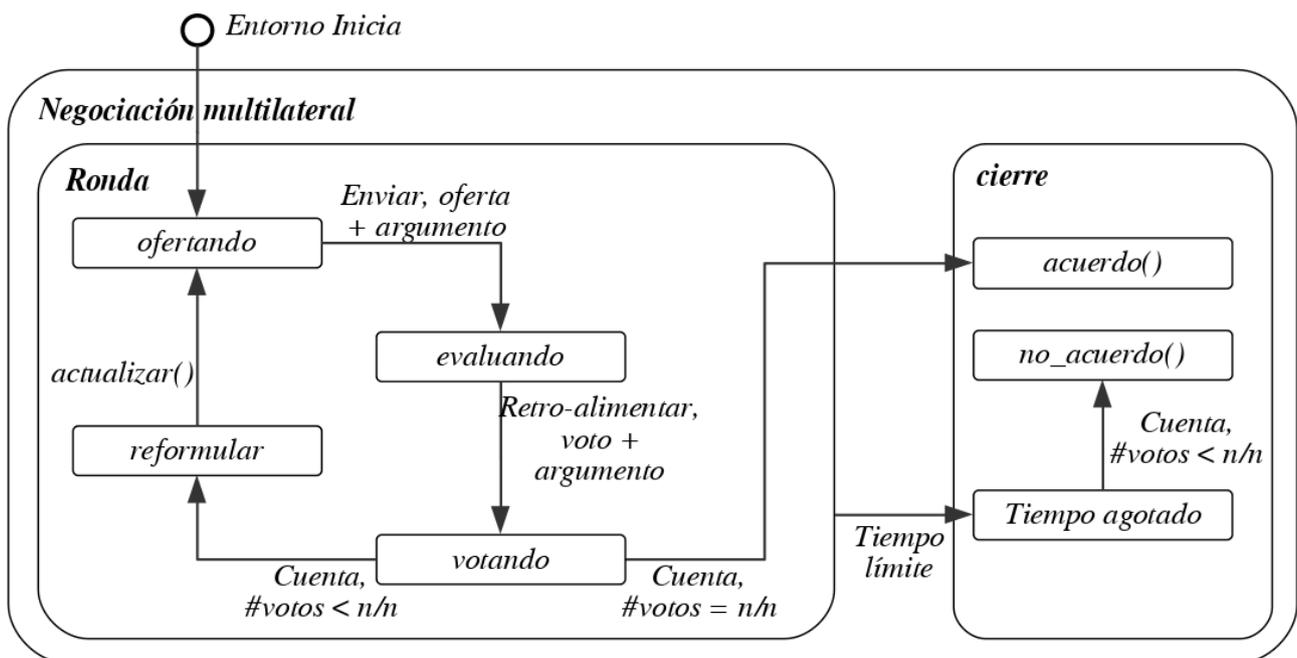


Figura 63: Protocolo de ofertas múltiples alternadas en ANML.

Es subestado de negociación *Ronda* tiene dos posibles transiciones de salida. La primera, como se menciona líneas más arriba, nace desde el subestado *votando* y se recorre al lograr votación unánime. La segunda transición describe un comportamiento en el tiempo para el protocolo, ya que se trata de un límite de tiempo que obliga al protocolo a terminar en algún momento. El reconocer que se ha llegado al tiempo límite la transición apunta al subestado *Tiempo agotado* del estado de *cierre*; *Tiempo agotado* tiene una transición activada por la cuenta de los votos para las ofertas en la que nos damos cuenta que de no haberse terminado el tiempo se debía proceder en la negociación, lo cual señala que no se logró un acuerdo y se indica con el subestado *no_acuerdo*.

AUML - Agent Unified Modelling Language

En el estándar de UML para agentes se emplean los diagramas de secuencia y el Protocolo de ofertas múltiples alternadas se puede observar en la Figura 64: Protocolo de ofertas múltiples alternadas, Diagrama de secuencia en AUML. En primer lugar debemos situarnos en la negociación multilateral para iniciar con el ciclo de vida de nuestro agente Negociante, en la parte superior. En orden descendiente el agente no tiene actividades hasta entrar en una Ronda de negociación, dentro de esta etapa el agente primero debe enviar un mensaje con su oferta y una justificación a otros agentes con su mismo rol (la barra diagonal indica que esto no es un ciclo). El ciclo de vida del agente entra en bloqueo hasta que todos los agentes de la negociación han enviado su mensaje. Una vez superado el bloqueo el agente debe enviar el mensaje de retro-alimentación. Entonces se verifica el caso especial en que los votos a favor de una oferta son completos y de ser así se emite una orden de terminar la negociación con estado de acuerdo. De otro modo se termina la etapa de Ronda y se verifica el caso especial en que el tiempo se ha agotado que de ser verdadero emite una orden de terminar la negociación con estado de no acuerdo. Si este último caso especial no sucede, se emite una orden para iniciar una nueva ronda.

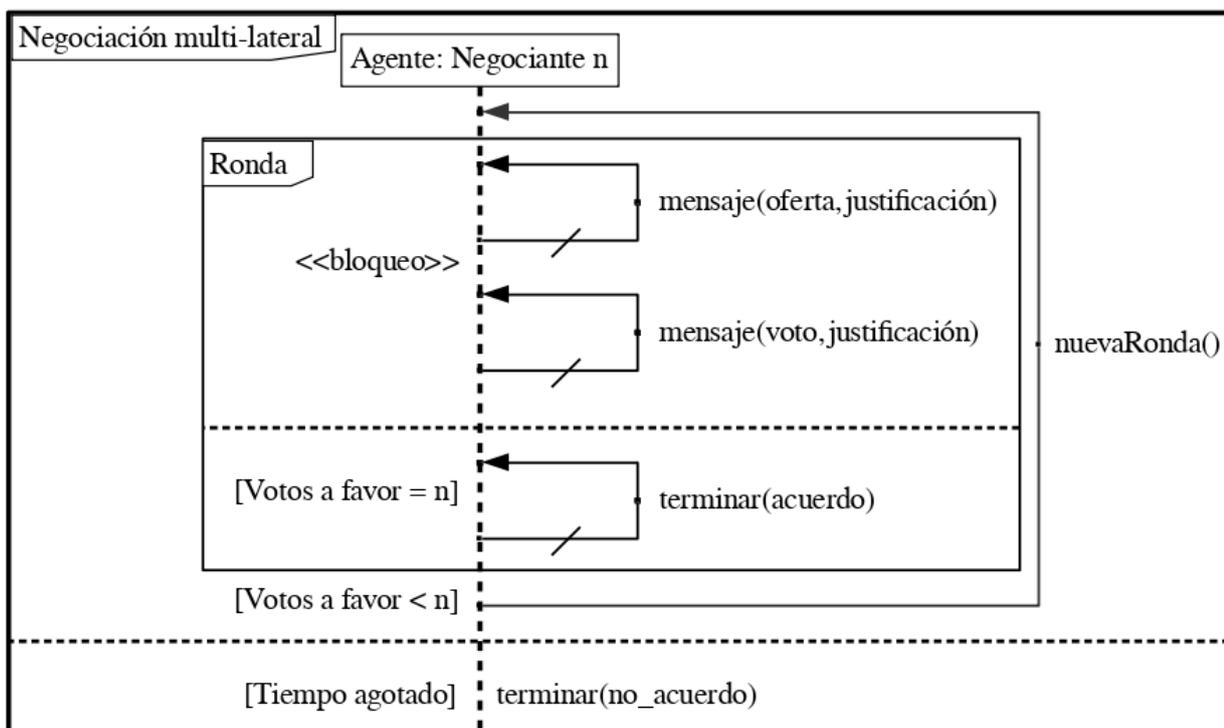


Figura 64: Protocolo de ofertas múltiples alternadas, Diagrama de secuencia en AUML.

Diagrama de actividad UML

Los diagramas de actividad UML emplean la técnica de gráficas de estado, el Protocolo de ofertas múltiples alternadas luce como la parte superior de la Figura 65: Protocolo de ofertas múltiples alternadas, Diagrama de actividad UML. la cual parte del nodo inicial a la izquierda. La primera transición nos dirige al estado de *Ronda* del que salimos después de atravesar los subestados que contiene. Entonces nos encontramos con un punto de decisión que sirve para verificar si se produjo un acuerdo: si hay acuerdo transicionamos al estado de *Cierre* en el que después de pasar por sus subestados internos nos envía al nodo final, en cambio si los votos son insuficientes se nos dirige a otro punto de decisión. Esta nueva verificación se dedica al tiempo que si se agotó nos envía al estado de *Cierre*, pero si aún se cuenta con tiempo disponible nos dirige a volver al estado de *Ronda*.

Ahora procedemos con los subestados de *Ronda* señalados en la parte inferior izquierda. El estado *Ronda* cuenta con un nodo inicial que nos coloca en *Formular oferta* (note que en la primera ronda, este es de hecho el primer estado por el que se transita), este subestado ofrecerá distintos resultados en cada regreso al estado *Ronda* ya que en próximos subestados se cambia la información disponible por los agentes. La transición nos envía a *Ofertar* estado en el que se envían los mensajes con la oferta y la justificación. Después llegamos al estado de captación, seguido del de evaluación que es el momento para obtener información de los mensajes recibidos. En seguida se pasa a *Votar y retro-alimentar* acerca de las ofertas evaluadas y se termina el estado *Ronda* dando paso al primer punto de decisión.

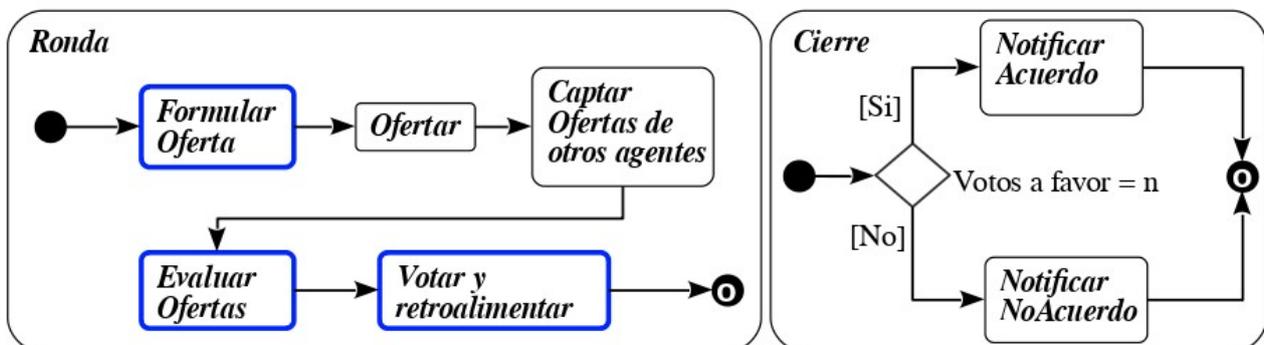
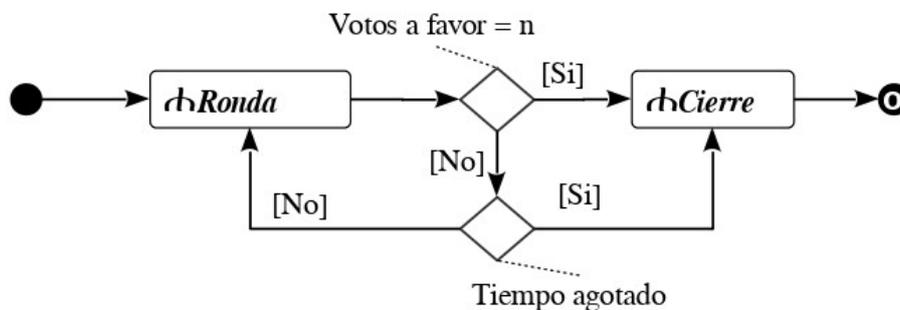


Figura 65: Protocolo de ofertas múltiples alternadas, Diagrama de actividad UML.

El estado de *Cierre* comienza de la misma manera sin tomar en cuenta el estado anterior, esto es dirigiendo a un punto de decisión en el que se decide respecto a si hay un acuerdo o no de modo que se notifica a las partes negociadoras el estado final de la negociación y se termina el estado y el proceso.

Instalación del protocolo

Es necesario señalar a GENIUS la existencia del nuevo protocolo y donde puede encontrarlo. En el directorio raíz del proyecto, encontramos un archivo que contiene una lista de todos los protocolos disponibles en GENIUS, llamado `multipartyprotocolrepository.xml`. La lista de protocolos disponibles en el creador de sesiones de GENIUS es tomada de aquí. Este archivo xml tiene varias etiquetas que señalan características del protocolo. Dentro de la etiqueta `<multiPartyProtocolRepItem>` deberemos agregar una nueva entrada de protocolo con `multiPartyProtocolRepItem`, donde deberá especificar los valores de las propiedades *description*, *classPath*, *protocolName*, *hasMediator*, *hasMediatorProfile*. La entrada del AMDOP se configuró de esta manera:

1. `<multiPartyProtocolRepItem`
2. `description="All agents place an offer, then they all vote on offers till consensus"`
3. `classPath="genius.core.protocol.AlternatingMultipleDialogedOffersProtocol"`
4. `protocolName="Alternating Multiple Dialoged Offers Protocol" hasMediator="false"`
5. `hasMediatorProfile="false" />`

Para habilitar que un agente esté relacionado a un protocolo en específico, en el código fuente del agente debe definir el retorno de la función `getProtocol`. La función `getProtocol` permite a GENIUS asociar agentes y protocolos. Al seleccionar su protocolo en el diseñador de sesiones, la lista de agentes se actualiza automáticamente mostrando los agentes compatibles con el protocolo. Nuestro agente será diseñado para emplear el AMDOP, por lo que en `getProtocol` el agente retorna `AlternatingMultipleDialogedOffersProtocol.class`.

8.4 Acciones y juego de diálogos para el ANA

Juego de diálogos

La implementación del protocolo AMDOP requirió añadir un juego de diálogos que soporten la expresión de preferencias, posturas y diálogos de contenido emocional. En el paquete `genius.core.actions` se creó el paquete “dialog” que contiene el modelado de los diálogos para las negociaciones Figura 66.

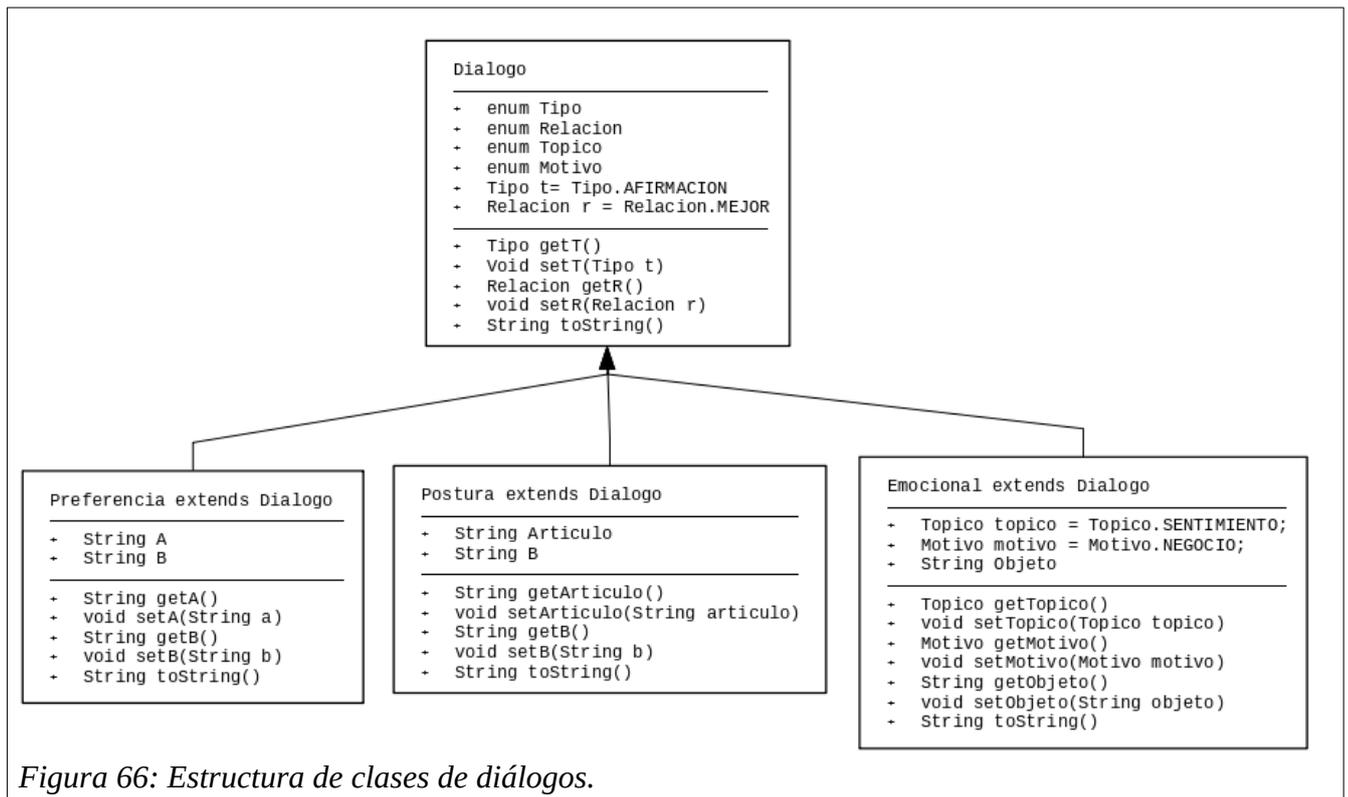
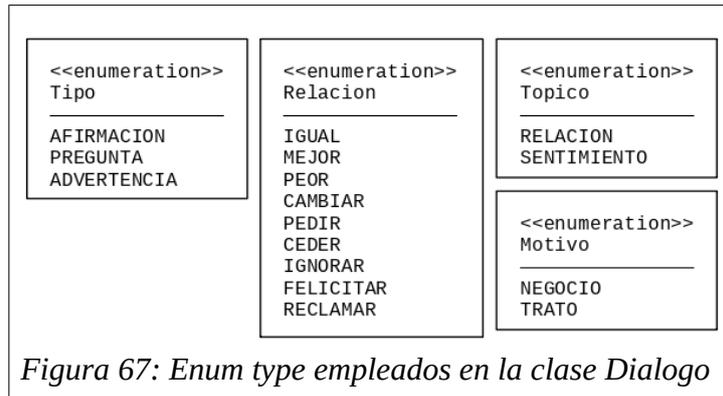


Figura 66: Estructura de clases de diálogos.

La clase padre *Dialogo* representa un diálogo. Esta clase sólo debe usarse directamente para crear objetos que representan un diálogo sin contenido. Los diálogos tienen tres clases: Preferencias, Posturas, Notificación emocional. A su vez, tienen tres dimensiones: Afirmación, Pregunta, Advertencia. Todos los objetos derivados de *Dialogo* tienen como mínimo una descripción de Tipo y Relación.

En la clase *Dialogo* se emplean los siguientes enum type (Figura 67) para describir características del diálogo. Como se observa se puede prever, no todas las combinaciones son de sentido coherente. El método *toString* de la clase *Dialogo* tiene una función doble que consisten en restringir las etiquetas válidas en la construcción de la cadena de retorno y de este modo se está verificando la correcta construcción del diálogo (en los casos de error retorna un objeto null).



La clase *Preferencia* fue añadida en el paquete `genius.core.actions.dialog`, esta representa un diálogo que expresa una preferencia. P.E.:

Prefiero A sobre lo demás.

A es mejor que B.

Donde A y B son artículos negociables. No son útiles las preferencias a futuro (Advertencias) pero si las afirmativas e interrogativas.

La clase *Postura* añadida en el paquete `genius.core.actions.dialog`, representa un diálogo que expresa una postura del tipo, siempre en el sentido "YO pienso que TU oferta debe cambiar de ESTA manera." Pueden construirse como sugerencias a futuro, P.E.:

Cede artículos A.

Puedes pedir más de B.

La negociación no progresa.

La clase de diálogo *Emocional* se añadió en el paquete `genius.core.actions.dialog`, representa una diálogo que expresa una notificación emocional, P.E.:

Nuestra relación empeora.

Tu última oferta es mejor (respecto a la anterior).

Dejare de negociar contigo.

Acciones de protocolo

Estas clases de diálogo se emplean en la definición de acciones de protocolo. En el paquete `genius.core.actions` definimos las acciones que podrán ejecutar nuestros agentes cuando negocien usando nuestro protocolo AMDOP, estas son:

- `DOfferForVoting` – Proponer una oferta para votación. Hereda de la clase `Offer` de GENIUS.
- `DAccept` – Voto favorable a una oferta específica. Hereda de la clase `DefaultActionWithBid` de GENIUS.
- `DReject` – Voto negativo a una oferta específica. Hereda de la clase `DefaultActionWithBid` de GENIUS.

Las relaciones de herencia se ilustran en la Figura 68, las clases con marco azul son las pertenecientes al core de GENIUS.

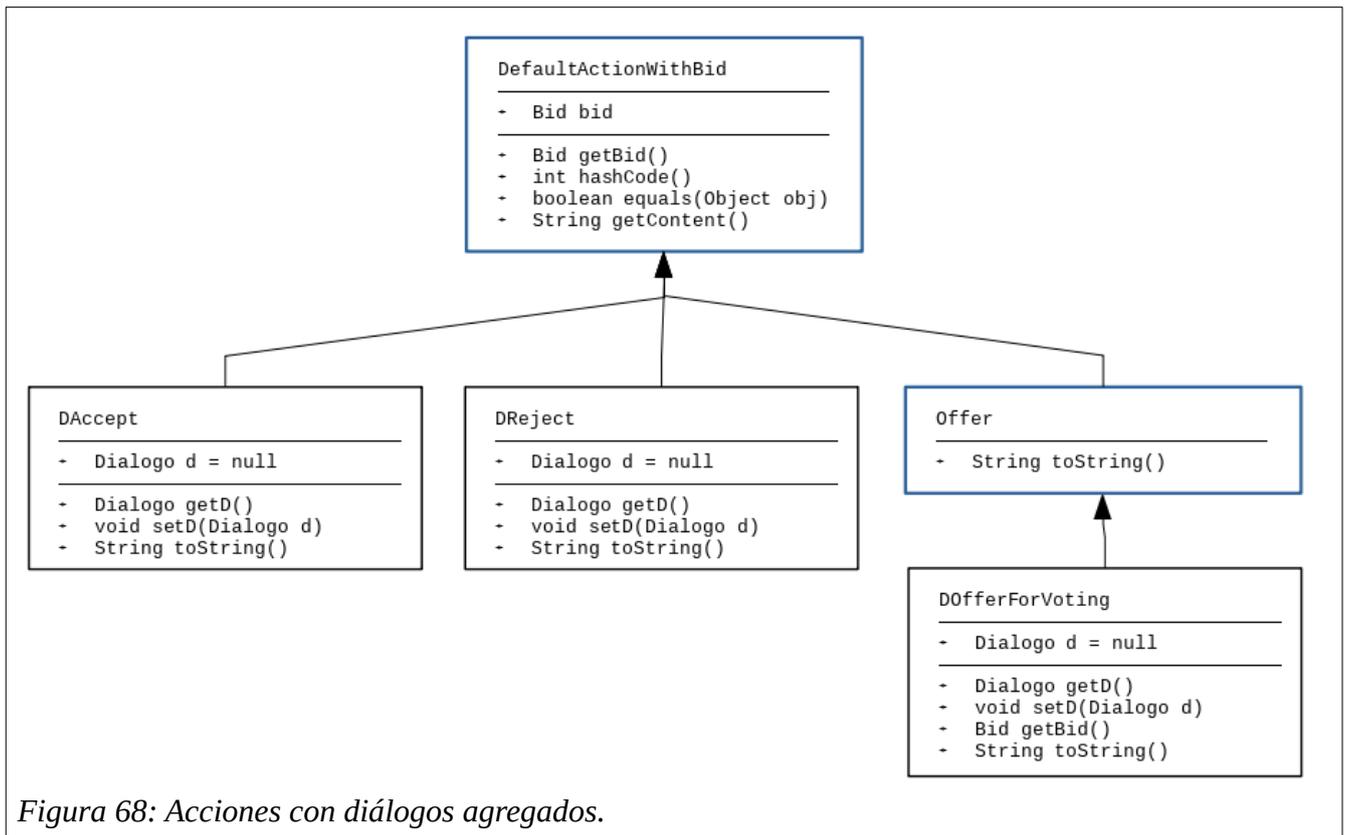


Figura 68: Acciones con diálogos agregados.

8.5 Perfiles de preferencia empleados

Las tablas a continuación presentan una versión resumida de los perfiles de preferencias elegidos para los experimentos.

Perfil de Preferencias 1				
Tema (Peso)	Opción 1 (Peso)	Opción 2 (Peso)	Opción 3 (Peso)	Opción 4 (Peso)
Food (0.19)	Chips and Nuts (3)	Finger-Food (2)	Handmade Food (2)	Catering (1)
Drinks (0.28)	Non-Alcoholic (1)	Beer Only (3)	Handmade Cocktails (2)	Catering (1)
Location (0.19)	Party Tent (2)	Your Dorm (1)	Party Room (4)	Ballroom (3)
Invitations (0.05)	Plain (1)	Photo (3)	Custom, Handmade (4)	Custom, Printed (2)
Music (0.19)	MP3 (2)	DJ (3)	Band (1)	---
Cleanup (0.10)	Water and Soap (2)	Specialized Materials (3)	Special Equipment (1)	Hired Help (1)

Perfil de Preferencias 2				
Tema (Peso)	Opción 1 (Peso)	Opción 2 (Peso)	Opción 3 (Peso)	Opción 4 (Peso)
Food (0.095)	Chips and Nuts (1)	Finger-Food (2)	Handmade Food (3)	Catering (4)
Drinks (0.228)	Non-Alcoholic (3)	Beer Only (2)	Handmade Cocktails (12)	Catering (1)
Location (0.109)	Party Tent (3)	Your Dorm (2)	Party Room (10)	Ballroom (1)
Invitations (0.214)	Plain (12)	Photo (2)	Custom, Handmade (1)	Custom, Printed (13)
Music (0.108)	MP3 (3)	DJ (1)	Band (2)	---
Cleanup (0.245)	Water and Soap (10)	Specialized Materials (3)	Special Equipment (1)	Hired Help (2)

Perfil de Preferencias 3				
Tema (Peso)	Opción 1 (Peso)	Opción 2 (Peso)	Opción 3 (Peso)	Opción 4 (Peso)
Food (0.264)	Chips and Nuts (20)	Finger-Food (15)	Handmade Food (12)	Catering (10)

Perfil de Preferencias 3

Drinks (0.18976)	Non-Alcoholic (30)	Beer Only (4)	Handmade Cocktails (15)	Catering (5)
Location (0.2227)	Party Tent (25)	Your Dorm (20)	Party Room (10)	Ballroom (23)
Invitations (0.058)	Plain (15)	Photo (10)	Custom, Handmade (8)	Custom, Printed (12)
Music (0.108)	MP3 (18)	DJ (15)	Band (20)	---
Cleanup (0.097)	Water and Soap (5)	Specialized Materials (10)	Special Equipment (1)	Hired Help (2)