

ITSON

**Instituto Tecnológico de Sonora
Maestría en Ciencias de la Ingeniería**



ITSON

Educar para
Trascender

**Modelo Computacional de Valoración
Emocional para Arquitecturas de Agentes**

TESIS DE MAESTRÍA

PRESENTADA POR:

Xavier González Olvera

ASESOR:

Dr. Luis Felipe Rodríguez Torres

Contents

	Page
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema	5
1.3 Objetivo	7
1.4 Justificación	7
1.5 Alcance	8
1.6 Estructura de la Tesis	8
2 Trabajo Relacionado	11
2.1 Introducción	11
2.2 Teorías de Valoración Emocional	11
2.3 Modelos Generales	13
2.4 Modelos Integradores	14
2.5 Discusión	23
3 Modelo de Valoración Emocional	25
3.1 Introducción	25
3.2 Diseño del Modelo	26
3.2.1 Una primera aproximación	28
3.2.2 Propuesta de Modelo de Valoración	34
3.3 Detalles de Implementación del Modelo	43

4	Caso de Estudio y Resultados	45
4.1	Introducción	45
4.2	Caso de Estudio	45
4.3	Resultados	45
4.4	Análisis de los resultados	46
5	Conclusiones y Trabajo Futuro	47
5.1	Introducción	47
5.2	Trabajo Futuro	47
5.3	Conclusiones	47
	References	49

Chapter 1

Introducción

Contents

1.1	Antecedentes	1
1.2	Planteamiento del Problema	5
1.3	Objetivo	7
1.4	Justificación	7
1.5	Alcance	8
1.6	Estructura de la Tesis	8

1.1 Antecedentes

Las aplicaciones dentro del ámbito computacional han tenido un enorme crecimiento, tanto en cantidad como en diversidad y complejidad. En la medida que han resuelto o facilitado un gran número de tareas en la vida de las personas ha emergido la necesidad de que cuenten con cada vez mayores y mejores características. Esto ha llevado a plantear nuevos requerimientos en el desarrollo de las aplicaciones computacionales, buscando que los componentes de software y hardware puedan alcanzar características y sobretodo comportamientos lo más cercano posible a los humano. En este sentido se ha generado un nuevo paradigma en el desarrollo de software y hardware, los Agentes Autónomos (AAs).

Aunque no se puede hablar de una definición totalmente consensada de lo que es un AA, existen algunos esfuerzos por construir una definición. En [8] se define un agente autónomo como: "un sistema situado dentro y como parte de un ambiente al cual sensa y sobre el cual actúa a través del tiempo buscando cumplir con su propia agenda así como incidir en lo que

senará en el futuro”. Por lo que en un sentido abstracto el AA de más alta complejidad sería un individuo, mientras un ejemplo del de mayor simplicidad sería un termostato.

Sin embargo, como se ha mencionado, en el ámbito computacional la complejidad y diversidad de aplicaciones ha demandado que los AAs de software y hardware estén cada vez más cerca del caso de mayor complejidad, es decir del de un humano. Más aún, el surgimiento de nuevas ciencias como la inteligencia artificial ha ido de la mano con la necesidad de desarrollar AAs con comportamientos cada vez más parecidos al humano, es decir AAs enfocados en comportamientos rápidos y reactivos por un lado y basados en conocimiento y razonamiento como la adaptación y el aprendizaje por el otro [12].

Algunas de las áreas donde los AAs tienen amplio rango aplicación son la industria (control de procesos, manufactura, control de tráfico aéreo), comercio (administración de la información, comercio electrónico, administración de procesos de negocios), medicina (monitoreo de pacientes, cuidado de la salud), entretenimiento (videojuegos, cine y teatro interactivo) [11].

Sin embargo para poder acercar el comportamiento de los agentes a las características humanas (comportamiento creíble) un elemento fundamental tiene que ver con la claridad para expresar las emociones[2], ya que éstas juegan un papel fundamental en las relaciones tanto entre individuos naturales como en las sociedades, esto es, tienen un rol esencial en la correcta interacción entre individuos autónomos y su ambiente individual y subjetivo, el cual usualmente incluye también a los propios individuos como a otros muy similares [15].

Los humanos somos seres emocionales, nuestro comportamiento esta ampliamente caracterizado por las respuestas expresivas (gestos, tono de voz, lenguaje, movimientos, etc.) que realizamos. Un agente cuyo comportamiento debe ser creíble, es decir similar al humano, debe necesariamente considerar este aspecto.

No obstante, el estudio de las emociones no es una tarea sencilla, es todo un tema de estudio en disciplinas tanto cognitivas como neuronales. No existe una definición ampliamente consensuada de lo que es la emoción, aún así es un concepto el cual la mayoría de las personas tienen relativamente claro, y sobre el cual no resulta complicado que puedan expresar o intentar generar una definición [13]. Con diferentes particularidades desde luego y mayormente a través de distintos nombres para identificarlas, la emoción es un término que nos resulta hasta cierto punto familiar para todos.

Dada la complejidad y diversidad de interpretaciones que el término emoción puede generar, diversos esfuerzos se han hecho por distintos grupos de investigadores por tratar de caracterizar formalmente a las emociones. Varios investigadores han medianamente consensuado que el concepto de emoción se refiere a un síndrome de distintos componentes incluyendo procesos cognitivos, comportamiento expresivo, cambios en los Sistemas Nervioso Central (CNS) y Nervioso Autónomo (ANS), aspectos motivacionales, tendencias de acción, así como estados de ánimo subjetivos. Como puede verse tal definición resulta compleja,

y no es de sorprender, el concepto en sí así lo es, es por eso que proponen sistematizar la definición a través de un modelo de componentes (evaluación, regulación, ejecución, acción y monitoreo) funcionales de cambios continuos que interaccionan entre sí [17].

Este esquema de componentes funcionales resulta más sencillo de entender. Componentes que llevan a cabo distintos procesos e interaccionan entre sí reflejando sus cambios. De esta manera la emoción puede ser caracterizada como un proceso donde cada componente representa una fase del mismo. Existen diversas propuesta respecto a la cantidad y el tipo de fases del proceso, pero en forma general se incluyen tres fases: evaluación de estímulos emocionales, generación de emociones y de generación de comportamientos emocionales.

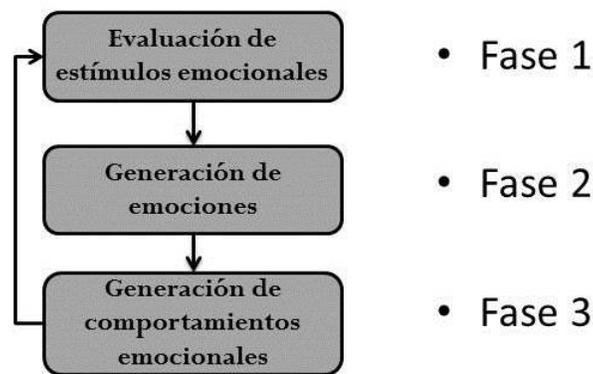


Figure 1.1: La emoción como proceso

En este sentido se han desarrollado distintos Modelos Computacionales de Emoción (MCEs) los cuales buscan abstraer la caracterización de la emoción para dotar a los AAs de mecanismos para la generación de comportamientos emocionales. Un MCE es un sistema complejo, integra una serie de componentes, cada uno puede verse a su vez como un submodelo que tiene como objetivo desarrollar cada una de las fases del procesamiento emocional [13], así mismo el MCE describe sus características, sus requerimientos, sus relaciones y su forma de representar e intercambiar información de manera que haga viable su implementación.

Ahora bien, como hemos mencionado, en el ámbito computacional el objetivo principal de los agentes inteligentes, tanto de software como de hardware es tener un comportamiento creíble, es decir muy similar al de los seres humanos, para lo cual es fundamental que dicho comportamiento considere también el aspecto emocional. Los seres humanos tenemos características que los sistemas computacionales tradicionales no son capaces de llevar a cabo, y que precisamente es lo que los hace diferentes a los agentes. Los seres humanos contamos con capacidades de autonomía, esto es, la posibilidad de actuar en base a lo que esté ocurriendo en el ambiente, o a la interacción con otros individuos, es decir la posibilidad de tomar decisiones, así como de planear acciones, de buscar alcanzar objetivos y metas, tener creencias, principios, valores, etc., y desde luego todas esas acciones se ven alteradas por nuestro estado

emocional, estado de ánimo, personalidad, cultura, etc.

Por lo anterior un reto importante para los agentes autónomos es contar con arquitecturas que consideren todo este tipo de características humanas, desde luego los MCEs buscan cubrir la parte correspondiente al aspecto emocional, a la generación e identificación de emociones así como a la generación de comportamientos emocionales, pero ésto es sólo un aspecto, dado que en los seres humanos los estados emocionales influyen en, por ejemplo, las decisiones que tomamos, es necesario que las arquitecturas de agentes puedan caracterizar todo este tipo de fenómenos. Así pues los MCEs cumplen una función dentro de las arquitecturas de agentes, sin embargo requieren una interacción con otros componentes que caractericen por ejemplo, la toma de decisiones. Por lo que una arquitectura de agentes debe considerar diversos componentes, para reflejar cada uno de los aspectos que forman parte del actuar de los seres humanos, dichos componentes requieren mutuamente intercambiar información por lo que requieren a su vez estar interconectados, un componente de toma de decisiones requiere información sobre el estado emocional del agente para poder determinar su acción, así como un componente emocional requiere información de la decisión/acción tomada para actualizar su estado emocional.

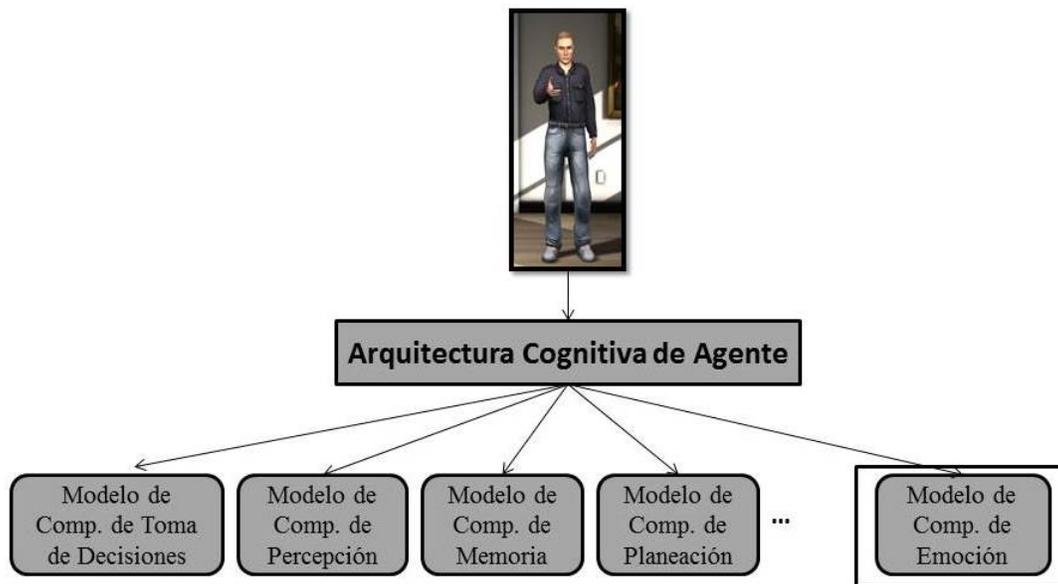


Figure 1.2: Arquitectura Cognitiva de Agente

Existen avances considerables en el modelado de los componentes que forman parte de la arquitectura de agentes, particularmente para el objetivo de esta tesis, en el siguiente capítulo se revisan algunas de las propuestas de MCEs para arquitecturas de agentes. Como ya se ha mencionado, los MCEs son inspirados en los resultados de estudios sobre las emociones en el ámbito de las ciencias cognitivas (como la psicología), dado que su representación a

través de un proceso de distintas fases facilita su implementación computacional. Cada uno de los MCEs abordan la problemática de acuerdo a necesidades de implementación específica, considerando que cada fase del proceso emocional (evaluación de estímulos, generación de emociones, generación de comportamientos emocionales) presenta problemáticas particulares, los MCEs se han avocado por lo general a atacar las correspondientes a una fase específica (acotando y asumiendo condiciones que puedan no precisamente estar justificadas desde ciencias como la psicología, pero cuya pruebas de los MCEs permiten tomarlos como válidos.

Aún con los avances en el área y con los diversos y cada vez más complejos MCEs, existen diversas problemáticas que requieren ser abordadas, entre ellas, buscar cada vez mayor consistencia en los MCEs, es decir que los procesos de generación tanto de emociones como de comportamientos emocionales sean más parecidos a los humanos. Desde luego los seres humanos somos diversos y distintos por lo que nuestro comportamiento emocional va a depender de diversos factores (la situación o evento en particular, el contexto, nuestros objetivos, metas, creencias, personalidad, cultura, etc.) por lo que una misma situación/evento producirá emociones y comportamientos emocionales distintos en un individuo que en otro o en un momento o en otro, este es otro de los retos de se deben abordar en el diseño de arquitecturas de agentes.

1.2 Planteamiento del Problema

Como hemos revisado en la sección anterior, las emociones son un proceso complejo que para su implementación computacional requieren de su caracterización como la interacción mutua entre distintos componentes que lleva a cabo una función específica (subprocesos) y que requieren también un modelado particular. Para dotar a los agentes de comportamientos emocionales consistentes (similares a los humanos) manteniendo la diversidad y complejidad que caracteriza a los individuos, es necesario considerar una serie de diversos componentes, entre mayor sea el número de éstos se generará un mayor número de conexiones y flujos de información entre ellos.

En el esquema mayormente asumido del proceso emocional (proceso por el cuál se generan las emociones y los comportamientos emocionales) la primer fase corresponde a la valoración de los estímulos emocionales. Consideramos esta fase fundamental ya que de ella depende en gran medida la generación de la emoción (y por consiguiente de comportamientos emocionales) y es en esta fase donde toda la información cognitiva (planes, objetivos, estado de ánimo, contexto, etc.) es considerada para su integración, por lo que una fase de valoración depende de toda la información cognitiva que el individuo es capaz de percibir. Varios MCEs hacen especial énfasis en el componente encargado de representar la fase de valoración para lo cual presentan (sub)modelos específicos de dicho componente cuyo nivel de complejidad varía dependiendo la utilidad y entorno que se busca para el agente.

La complejidad de los (sub)modelos de valoración esta dada por la cantidad de información cognitiva que reciben y que son capaces de procesar e integrar para generar la emoción, desde luego entre mayor complejidad tengan mayor será el número de situaciones/eventos ante los que el agente puede reaccionar/responder, así mismo las emociones que puede ser capaz de generar se espera que sean más consistentes, es decir más cercanas a las de los humanos, con las particularidades que cada individuo puede presentar. Sin embargo, desarrollar un MCEs que considere toda esa información representa un reto debido en parte a las siguientes consideraciones:

- La arquitectura del agente puede contener un número variable no conocido de componentes cognitivos, y el **filtro de emoción** debe considerar toda la información que éstos puedan aportar.
- Cada componente cognitivo proporciona información diversa y la envía en diversos formatos teniendo necesariamente en común únicamente ser información que tiene influencia en la valoración de estímulos emocionales.
- La información que proporcionan los componentes cognitivos cambia constantemente, sin embargo, dependiendo del proceso cognitivo al que implementen, los cambios pueden ser muy seguido (como en el caso del contexto físico) o muy esporádicos (como en el caso de la personalidad o la cultura). Así mismo la influencia que tiene cada proceso cognitivo es ponderadamente diferente.
- El componente de **filtrado emocional** debe procesar de forma ponderada la información producida desde cada componente cognitivo reflejar dicha información en el proceso de valoración emocional e integrarla.

De esta manera la integración de distintos procesos cognitivos como influencia a la valoración emocional de estímulos en una arquitectura de agentes, permitiría representar computacionalmente el proceso de valoración de estímulos emocionales de manera particularizada, es decir permitiría que situaciones/eventos complejas puedan ser valoradas de acuerdo al ambiente externo e interno del agente donde cada agente modularía los estímulos cognitivos de acuerdo a los componentes que formen parte de su ambiente, por ejemplo sus motivaciones, sus metas, su personalidad, etc.

Por lo que nos encontramos ante el dilema de *¿Cómo integrar la información de los distintos componentes que puedan ser parte de una arquitectura cognitiva de agentes para reflejar su influencia en la valoración emocional de estímulos percibidos por el agente?*

1.3 Objetivo

El objetivo general de este trabajo es desarrollar un Modelo Computacional de Valoración de estímulos emocionales para agentes, que implemente un mecanismo de integración de la información que pueda ser proporcionada por una arquitectura cognitiva para modular la significancia emocional de estímulos.

Los objetivos particulares del presente trabajo son:

1. Diseñar e implementar el modelo propuesto en el contexto del Marco Integrativo de MCE presentado en el capítulo 2. (ver Sección 2.4)
2. Desarrollar una interfaz que permita la recepción de información que generan los componentes de la arquitectura cognitiva del agente.
3. Proponer un mecanismo de modulación de la significancia de los estímulos emocionales percibidos por el agente.

1.4 Justificación

Dada la complejidad del proceso emocional, particularmente de su fase de valoración de estímulos emocionales, los diversos MCEs desarrollados han optado en su mayoría por acotar el proceso de valoración en cuanto a la información cognitiva que son capaces de considerar para generar tanto emociones como comportamientos emocionales, particularizando y limitando de esta manera sus MCEs a una problemática específica para la cual fueron desarrollados. Sin embargo el proceso emocional humano mantiene esa complejidad, es decir, es una considerable cantidad de información cognitiva la que se requiere valorar emocionalmente, de forma que entre mayor información sea capaz de integrar una arquitectura de agentes, las emociones y comportamientos que será capaz de generar van a tener mayor semejanza con el proceso de valoración humano. Desde luego es una tarea difícil de concretar en un mismo proyecto, inclusive es probable que aún considerando toda la información (que se sabe desde las ciencias cognitivas) que forma parte de la valoración emocional humana, es posible que en un futuro se realicen nuevos descubrimientos de aspectos a considerar que no son tomados en cuenta hoy en día. La posibilidad de desarrollar un modelo de valoración como parte de una arquitectura integrativa que permita sacar ventaja de componentes cognitivos ya conocidos e incluso la posibilidad de que pueda integrar algunos más en un futuro, lo dotaría de mayor consistencia (más cercano al proceso de valoración humano).

1.5 Alcance

Aun cuando el proceso emocional comprende varias fases/etapas (se consideran 3 en este caso, pero habrá propuestas que planteen menos o más), el trabajo está centrado únicamente en el proceso de valoración, se considera que ya se obtienen las entradas necesarias y solamente se generarían las salidas en base al modelo específico que se está planteando, sin tomar en cuenta la posible integración o alteración que pudiera generar la salida en otros procesos u otros componentes.

La etapa de pruebas considerará concretamente la comparación o análisis del modelo resultante con respecto a experiencias similares que existan en la literatura; y deseablemente se propondrá un estudio práctico de validación.

La fundamentación teórica generada desde ciencias cognitivas no es necesariamente consensuada, sin embargo no es materia de este estudio participar en la divergencia en esas áreas, por lo que el presente trabajo tomará como válido (cuando así sea posible) lo que la literatura y autores seleccionados en esas áreas planteen.

Por las características de la temática, su profundización puede ser objeto de estudio constante y permanente, por lo que aun cuando existan evidencias o estudios que aporten mayor nivel de detalle en cada aspecto del proceso emocional, el desarrollo del trabajo se cernirá a la fundamentación teórica presentada.

1.6 Estructura de la Tesis

En este primer capítulo se ha presentado un panorama general del área de estudio sobre la cual se desarrolla la presente tesis, así como los aspectos generales de la misma. El resto del documento está organizado en cuatro capítulos. En el **capítulo 2**, se presenta un análisis de trabajos similares existentes en la literatura. Después de comentar aspectos generales, en este capítulo se hace un repaso de las generalidades de las teorías de valoración emocional y se analizan algunas de ellas. Posteriormente se revisan algunos MCEs existentes en la literatura los cuales se clasifican en dos grupos, los modelos generales, es decir aquellos que presentan una propuesta particular del componente de valoración y los integradores que tienen un esquema de subcomponentes de valoración que se integran. Finalmente se realizan algunas observaciones respecto a las ventajas y desventajas que presentan este tipo de modelos.

En el **capítulo 3** se presenta la propuesta del Modelo de Valoración Emocional, en primera instancia se dan algunos detalles generales al respecto. Posteriormente se describen los detalles del diseño del modelo, para el cual se tuvo primero una aproximación, de la cual aunado a los detalles de la misma, se explica las razones por las que se descartó dicho diseño. En la sección siguiente muestra el diseño propuesto para el modelo, surgido de la necesidad de

evitar las problemáticas de la primera aproximación. Para cerrar este capítulo se detalla las consideraciones y el proceso de implementación del Modelo propuesto.

El **capítulo 4** incluye las pruebas realizadas al modelo una vez que ha sido implementado. Primeramente se describen algunos aspectos generales del proceso de prueba. En la siguiente sección se detalla el caso de estudio elegido, las características del mismo y el por qué se considera adecuado para probar nuestro modelo de valoración y en general el proceso de prueba. Más adelante se presentan los resultados y su análisis que permite establecer la validez o no de la propuesta presentada.

Finalmente, con el **capítulo 5** se concluye la presente tesis, para lo cual se tienen aspectos generales del trabajo desarrollado, así como los alcances que tuvo, el alcance completo o parcial de los objetivos así como los aspectos que quedan pendientes para un posible trabajo posterior, tanto de los aspectos inconclusos como de la continuación de los que hayan sido concluidos. El capítulo cierra con reflexiones finales sobre el trabajo y el área sobre al cual se desarrolló.

Chapter 2

Trabajo Relacionado

Contents

2.1	Introducción	11
2.2	Teorías de Valoración Emocional	11
2.3	Modelos Generales	13
2.4	Modelos Integradores	14
2.5	Discusión	23

2.1 Introducción

En este capítulo se revisan algunos MCEs que se han diseñado para proporcionar a los AAs mecanismos para la valoración emocional de estímulos percibidos. Se comienza particularizando algunos detalles de la teoría de emociones que existe en la literatura y que es fundamental para el desarrollo de dichos modelos, siendo principalmente la psicología la ciencia cognitiva que aporta conceptos y definiciones para este fin. Algunos de estos MCEs han además abordado el principal problema investigado en esta tesis. Al final del capítulo se presentan algunas reflexiones respecto a los MCEs analizados así como la problemática que enfrentan y las oportunidades que reflejan.

2.2 Teorías de Valoración Emocional

Debido a la complejidad intrínseca al proceso emocional, al ser un proceso cerebral, existen diversas teorías para tratar tanto de definirlo como de caracterizarlo. No se puede hablar de

Tabla 2.1: Ejemplos de valores dimensionales para emociones

Dimensiones	Ira	Miedo	Tristeza
Novedad			
Repentinidad	Alto	Alto	Bajo
Familiaridad	Bajo	Abierto	Bajo
Predictibilidad	Bajo	Bajo	Abierto
Placer intrínseco	Abierto	Abierto	Abierto
Significancia de Metas			
Relevancia Concerniente	Orden	Cuerpo	Abierto
Probabilidad de resultado	Muy alta	Alta	Muy alta
Expectativa	Disonante	Disonante	Abierto
Conducencia	Obstruido	Obstruido	Obstruido
Urgencia	Alta	Muy alta	Baja
Potencial de afrontamiento			
Causa: agente	Otro	Otro/Natural	Abierto
Causa: motivo	Intensión	Abierto	Cambio/negativo
Control	Alto	Abierto	Muy bajo
Potencia	Alto	Muy bajo	Muy bajo
Ajuste	Alto	Bajo	Medio
Compatibilidad con estándares			
Externo: agente	Bajo	Abierto	Abierto
Interno: motivo	Bajo	Abierto	Abierto

un consenso general acerca de la validez de cierta teoría, tampoco está dentro de los alcances de esta tesis profundizar ni en el tema ni en la discusión. Sin embargo debido a que es necesario tener sustento teórico que permita modelar computacionalmente el proceso y de esta manera integrarlo en las arquitecturas cognitivas de agentes, es necesario revisar algunos aspectos de dichas teorías.

Las teorías más utilizadas en el desarrollo de MCEs son las teorías de valoración. El principio central de estas teorías es que las emociones son generadas y diferenciadas sobre la base de una evaluación subjetiva de la significancia personal de una situación, objeto o evento sobre un número de dimensiones o criterios [19].

Así pues las emociones se representan, de acuerdo a estas teorías como una respectiva combinación de valores para cada dimensión. En la tabla 2.1 se observa un ejemplo de dicha representación en el caso de la teoría de valoración de Scherer [19].

Como se mencionaba anteriormente, debido a la complejidad del tema estudiado, ninguna teoría está exenta de discrepancias o cuestionamientos, siendo uno recurrente respecto a las teorías de valoración el número de dimensiones necesarias para poder generar y diferenciar a las emociones [18]. Razón por la cual diversos investigadores diversos esquemas con un número variable de dimensiones. Russell por ejemplo proporciona a través de diversos estudios [16] evidencia de que para poder definir los estados emocionales so necesarias y suficientes tres dimensiones: placer/disgusto, grado de excitación y dominio/sumisión. Por otro lado Ortony, Clore y Collins proponen un modelo para la generación de emociones agrupadas en 22 categorías basado en la valencia de las reacciones construidas como eventos relevantes a las metas, actos realacionados con agentes (incluyendo el mismo) u objetos atractivos o no

atractivos [1]. Scherer [20] plantea una teoría de valoración secuencial que agrupa las dimensiones en clases y cada una contribuye a la integración de un valor para cada una de esas clases, conforme se avanza en el proceso de valoración va asignando valores a cada dimensión, a las que llama checks.

Así pues, como se ha revisado existe divergencia respecto al proceso de valoración de las emociones por parte de los investigadores de cada área, en general se considera la generación de emociones como la combinación de una serie de dimensiones, en cuanto al número no existe un consenso, razón por la cual los desarrollos de MCEs contemplan la que consideran más adecuada para su implementación.

2.3 Modelos Generales

Existen diferentes esfuerzos que buscan dotar a los agentes autónomos con un componente emocional, las estrategias utilizadas y los elementos tomados en cuenta para proporcionar una adecuada valoración y respuesta ante un estímulo emocional son diversos. En la tabla 1 se muestran las características de algunos de ellos.

En [14] se presenta EMA, un modelo computacional de emociones, diseñado para integrar el componente emocional en una arquitectura cognitiva-emocional de agentes. Se basa en la teoría psicológica de la “valoración”, la cual consiste en establecer el procesamiento emocional como una serie de relaciones entre los individuos y su ambiente, para lo cual se definen dimensiones sobre las cuales determinado estímulo influye, por ejemplo, placer, disgusto, etc. La forma en como los estímulos pueden afectar o apoyar los planes y acciones llevados a cabo por el agente puede producir distintas emociones las cuales a su vez generan adecuaciones al actuar de los agentes.

Flame [7] es un modelo computacional que utiliza la lógica difusa para vincular estados emocionales a ciertos eventos, de esta forma considera factores como las experiencias pasadas y la memoria para influir en la toma de decisiones.

Otro MCE se presenta en [9] es un modelo que integra tres procesos cognitivos: la emoción, el humor y la personalidad, se compone de 2 fases, en una primera se definen una serie de reglas y perfiles (en xml) a considerar para la valoración emocional, la cual es parte de la segunda fase, fue diseñado para integrarse en un proyecto mayor de humanos virtuales, integrando el componente de personalidad.

Un ejemplo más es el presentado en [3], enfocado en dotar de emociones a un agente implementado como un robot, Kismet. Normalmente este tipo de componentes de hardware están diseñados para realizar tareas que representan una complicación o un riesgo para los seres humanos, por lo que su interacción con las personas suele ser nula o mínima, sin embargo han surgido nuevas aplicaciones para los agentes de este tipo, por ejemplo, como asistentes

o acompañantes de los seres humanos, por lo la propuesta que presentan involucra también un procesamiento emocional, el cual llevan a cabo basándose en la teoría psicológica de la valoración. Una aportación en el modelo implementado, dada la naturaleza de interacción con humanos para la que fue diseñado Kismet, tiene que ver con no sólo generar respuestas emocionales adecuadas de acuerdo a como lo llevaría a cabo un ser humano, sino que además lo hiciera reaccionando a las expresiones emocionales del individuo con el que interactúa.

MAMID [10] es un modelo computacional diseñado para integrar una arquitectura cognitiva-emocional que integra también un componente de personalidad y estados emocionales los cuales en la arquitectura de agentes.

En los modelos computacionales ya mencionados, se observa que fueron diseñados cada uno, por separado, para, sí, implementar o dotar de un componente emocional a una arquitectura de agentes, pero fueron desarrollados para resolver una problemática específica. De hecho algunos de ellos comparten al menos parcialmente algún objetivo (tanto MAMID como Alma integran la personalidad en el proceso de valoración emocional), sin embargo, son esfuerzos independientes y a la medida. Cada autor ha considerado diversos estudios en psicología para integrar o al menos considerar otros procesos cognitivos en la valoración emocional y a su vez, que ésta sirva o contribuya a otros procesos como la toma de decisiones por ejemplo. Es claro que la generación de emociones se ve afectada por otros procesos, y a su vez la emoción generada influye (en mayor o menor medida) en estos mismos procesos, generando una especie de ciclo.

2.4 Modelos Integradores

Existen también MCEs más recientes, que han buscado atacar la problemática de la complejidad de la valoración emocional desde otro enfoque, no como parte de un MCE destinado a una aplicación específica, sino como una representación más completa y variable del proceso. Estos modelos se enfocan en la complejidad de la valoración emocional a través de mecanismos orientados a la escalabilidad, es decir procesos de valoración que puedan aumentar en complejidad para considerar situaciones más complejos. A continuación se revisan algunos de estos modelos.

En [4] se presenta el framework FeelMe, un sistema diseñado para atacar el problema de escalabilidad de los modelos computacionales de emociones para las arquitecturas de agentes. Está instrumentado de forma modular y extensible por lo que se hace factible el ir agregando características al modelo emocional para hacerlo más completo. Está basado en las teorías psicológicas de la valoración, las cuales caracterizan a la emoción como el resultado de un proceso de valoración de eventos que se produce de manera distinta en cada individuo, normalmente tomando en cuenta aspectos como sus objetivos, metas, entre otros. Así mismo, es común que las arquitecturas de agentes estén basadas en un esquema de Creencia-Deseo-

Intención (BDI, por sus siglas en inglés) y que consideren también la evaluación de los cambios en el ambiente con respecto a sus objetivos y metas, de manera que las teorías de valoración se ajustan en buena forma a la forma en la que están basadas mayormente las arquitecturas de agentes. De esta manera al agregar un proceso de valoración subjetiva de eventos con respecto a éstos tres aspectos mencionados (BDI) en una arquitectura de agentes, se considera que será suficiente para tener un componente computacional de emociones en dicha arquitectura.

El framework ofrece la capacidad de desarrollar modelos de valoración escalables, esto a través de la integración dinámica de los resultados de diferentes modelos de valoración que se llevan a cabo de forma simultánea.

La escalabilidad se plantea como la posibilidad de agregar complejidad a un modelo computacional de emociones de forma que se puedan obtener emociones más sofisticadas para el agente, obteniendo de esta manera mayor consistencia (es decir mayor semejanza) con las emociones humanas, en un proceso de paso a paso.

FeelMe se propone con un esquema modular, en el cual se separa el proceso emocional en cinco pasos (ver figura 2.1):

1. Sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS). Convierte la información del ambiente en objetos viables para ser evaluados.
2. Sistema de valoración (AS). Evalúa los objetos generados en el paso 1 de forma continua y los interpreta en términos de dimensiones (variables) de valoración, cuyo número y tipo son configurables. Genera de manera continua un vector de tamaño n , donde n es el número de dimensiones (variables) con los valores resultantes del proceso de evaluación.
3. Modulador de la señal de valoración (ASM). Ajusta los resultados (vectores) obtenidos en el paso anterior, amplificándolos, reduciéndolos o correlacionándolos.
4. Sistema de mantenimiento de la emoción (EMS). Integra los resultados para conformar un vector de valores de dimensiones integrados, lo cual conforma en estado emocional del agente.
5. Sistema de modificación del comportamiento (BMS). Selecciona, controla y expresa el comportamiento emocional del agente basado en su estado emocional.

Para alcanzar la escalabilidad, el framework considera una serie de Bancos de Valoración (Appraisal Banks, AB), cada uno actúa como un “subsistema de valoración” el cual se encarga de “evaluar” la información procedente del DSS, cada AB es pre-configurado para atender al contexto, es decir considera distintos aspectos (dimensiones) a valorar dependiendo de

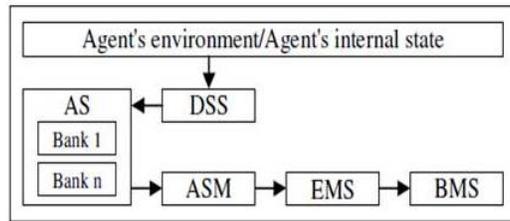


Figure 2.1: Marco FeelMe

las características y necesidades del sistema completo, es decir cada AB genera uno o más vectores de valores específico para una situación dependiendo si el contexto requiere de mayor o menor información. Dependiendo del evento (contexto) también, podría ser un AB u otro el que determine sus valores. Permite también el establecer relaciones entre distintos ABs de forma que uno pueda influenciar o anular otro, o bien podrían complementarse.

Modular FATIMA (Fearnot AffecTive Mind Architecture) [6] es una arquitectura para agentes autónomos la cual utiliza la personalidad y las emociones para generar una influencia en el comportamiento del agente. Dicha arquitectura propone un esquema modular otorgar la característica de escalabilidad.

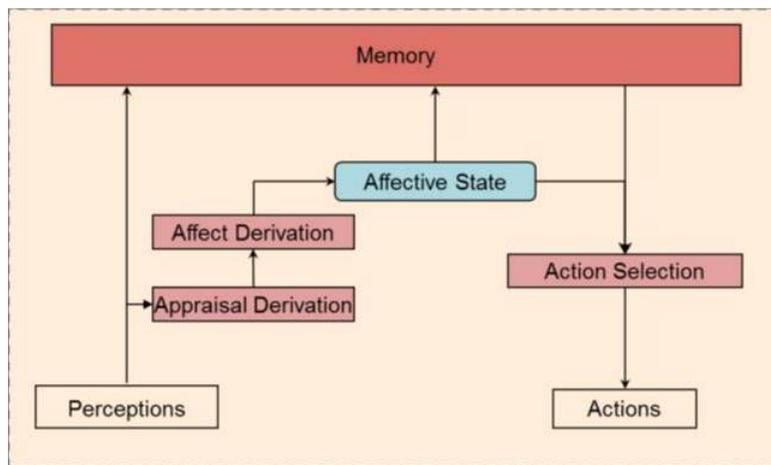


Figure 2.2: Arquitectura de FATIMA Modular

En la figura 2.2 se muestra el funcionamiento de FATIMA. Primero percibe información del ambiente con lo que se actualiza el estado interno (memoria del agente) y se inicia el proceso de valoración, el cual está dividido en 2 fases, el resultado de éste último proceso se almacena en el estado afectivo y se usa para influenciar la acción a realizar, lo cual genera una respuesta del agente ante el cambio en el ambiente. El proceso de valoración se divide en dos partes, la derivación de la valoración (appraisal derivation) y la derivación afectiva

(affect derivation) de acuerdo con las teorías estructurales de valoración de Reizensein. En la primera parte se evalúa la relevancia para el agente del evento percibido así como un conjunto de variables de valoración. En la segunda parte se usa la información de las variables y se generan estados afectivos (emociones y estado de ánimo) de acuerdo a alguna teoría de valoración.

Parte de las consideraciones que se hicieron en el diseño de FATIMA es que el proceso de valoración fuera lo suficientemente apto y flexible para representar la mayoría de las teorías de valoración.

Para el desarrollo de FATIMA se tomó la teoría de valoración de Scherer, dado que constituye una de las más recientes, complejas y cuyo modelo puede ser fácilmente adaptable a las demás teorías. En dicha teoría se maneja un proceso secuencial de valoración, de forma que se tienen distintos niveles y cada dimensión tiene un grupo de “checks” que ayuda a determinar su valor, el conjunto secuencial parte de valoraciones sencillas y posteriormente va generando otras más complejas. FATIMA considera distintos componentes de valoración de forma modular, los cuales pueden afectar a cualquier variable (a su vez cada variable puede ser afectada por varios componentes de valoración), de forma que para determinar su valor final, los valores temporales generados por cada componente se almacenan en un marco de valores, los cuales posteriormente son integrados mediante algún mecanismo predefinido, por ejemplo, elegir el valor mayor generado, o bien hacer una suma ponderada de todos los valores. Dado que es un proceso secuencial, es probable que existan dependencias, es decir que un componente requiera que otro componente asigne un valor a una variable (“check” según Scherer) para poder alterar a otras, aunque inevitable, se desea que los componentes tengan las menores dependencias posibles y que sólo el componente dependiente tenga información de la dependencia, de forma que en su ausencia el componente del cual depende pueda seguir operando con normalidad. En la figura 2.3 se muestra el esquema específico del proceso de valoración (definido en FATIMA en dos fases, Derivación de Valoración y Derivación Afectiva).

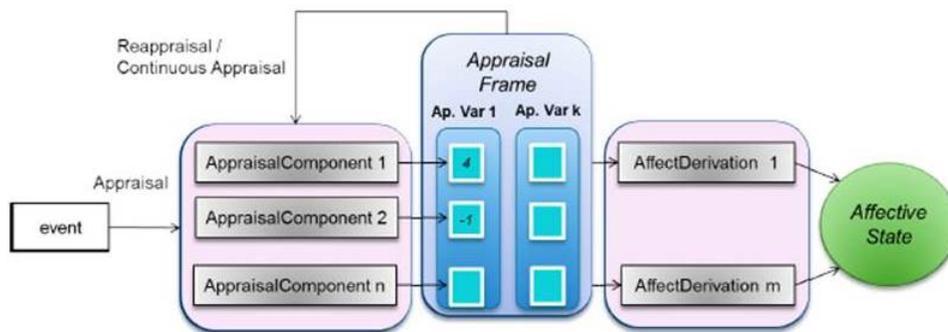


Figure 2.3: Marco de Valoración de FATIMA

Se observa en el marco de valoración que se tiene un vector de valores por cada variable (check según Scherer), cada valor es afectada/generado por cada componente de valoración. Una misma variable se puede ver afectada por varios componentes, y un mismo componente puede afectar a cualquier variable. Cada que hay un cambio en alguna variable el componente de derivación afectiva dependiente de esa variable, actualiza la información del estado afectivo y genera la emoción, por ejemplo si existe un componente de derivación afectiva basado en la teoría OCC (que considera variables como “deseabilidad”, “deseabilidad para otros” o “plausabilidad”) dicho componente debe reflejar en el cambio afectivo cualquier modificación que un componente de valoración realice al valor de alguna de esas variables. Este esquema modular permite que pueda implementarse el modelo de emoción de Scherer, teniendo un componente de valoración para cada nivel de valoración de su teoría. La modularidad de FATIMA se logra a través de la implementación de distintos componentes:

- **Componente Reactivo:** Tiene un conjunto de reglas emocionales predefinidas que se utiliza para asignar valores a las variables que necesita el componente de derivación afectiva. Las reglas pueden ser específicas de un evento o más generales. Realiza un mapeo entre el evento ocurrido y el conjunto de reglas.
- **Componente Deliberativo:** Maneja un comportamiento basado en metas utilizando una serie de planes almacenados en la memoria, mapea los efectos que pueden tener los eventos en los planes para asignar valores a las variables correspondientes.
- **Componente de Derivación Afectiva (OCC en el caso de prueba):** Utiliza la teoría OCC para generar emociones en base a los valores de las variables asignados por los componentes anteriores.
- **Componente Motivacional:** Modela los impulsos humanos básicos como la energía y la integridad para ayudar a seleccionar entre metas simultáneas que sean generadas en el componente deliberativo.
- **Componente de Teoría de la Mente:** Determina la deseabilidad de un evento para otros simulando su propio proceso de valoración.
- **Componente Cultural:** Utiliza dimensiones culturales, rituales o símbolos para simular un comportamiento dependiente de la cultura.

Otra propuesta presenta el diseño de un *Integrative Framework*. Como se muestra en la Figura 2.4, este modelo está compuesto por tres partes que integra diversos procesos cognitivos (parte A) en la valoración de eventos percibidos (parte B) y a través de un componente de organización refleja la influencia en el comportamiento y expresiones incluidos en la arquitectura de agentes (parte C).

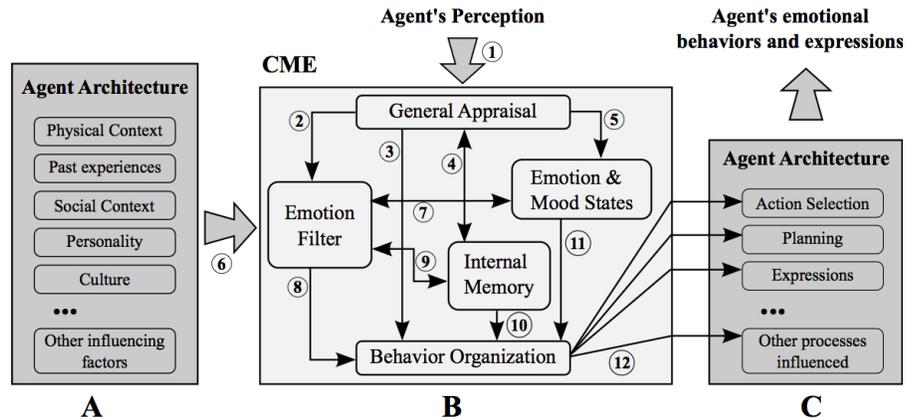


Figure 2.4: Diseño del Framework. Muestra las relaciones de un CME (parte 'B') con la arquitectura cognitiva del agente (parte 'A' y 'C'). Note que los números de las flechas son sólo para propósitos de explicación, Estos no explican las relaciones temporales entre los flujos de datos del modelo

Tabla 2.2: Componentes del Framework Integrativo

Componente	Abr.	Descripción
Valoración General	GA	Determina el valor emocional de los estímulos percibidos por el agente
Filtro de Emoción	EF	Amplifica, atenúa o mantiene la significancia emocional de los estímulos percibidos por el agente.
Organización de Comportamiento	BO	Decide el tipo de comportamiento emocional que el agente debe implementar para lidiar con el estímulo emocional presentado.
Emoción y Estados de ánimo	EMS	Mantiene el estado emocional y de ánimo actual del agente.
Memoria Interna	IM	Proporciona conocimiento a la mayoría de los componentes en el modelo y esta altamente involucrada en el aprendizaje asociativo.

La Tabla 2.2 describe los componentes del modelo y la Tabla 2.3 describe las relaciones entre los componentes.

Este modelo propuesto por plantea el proceso emocional como una fase intermedia entre la percepción de estímulos emocionales y su alteración en el comportamiento emocional en arquitecturas de agentes. Tomando como base la evidencia biológica sobre las distintas estructuras cerebrales que participan en el proceso emocional así como las relaciones entre ellas y su participación en cada fase del proceso, el framework se integra por distintos componentes interrelacionados que buscan en cierta medida representar los flujos de información que recorren las diversas estructuras cerebrales. A continuación se describen las distintas fases que comprende el marco:

Fase 1: Percepción de estímulos. El proceso inicia a través de un componente de per-

Tabla 2.3: Relaciones entre los componentes del Framework Integrativo (*los números de la primer columna corresponden con los números en la Figura 2.4*)

	Descripción
1	Estímulos percibidos por el agente
2	Significancias emocionales de los estímulos percibidos
3	Información sobre los estímulos identificados como altamente emocionales
4	Información sobre los estímulos recibidos y evaluados por el GA se envía al componente IM. Información sobre la significancia emocional de los estímulos entrantes se envía desde el IM hacia el GA.
5	Valores emocionales iniciales determinados por los estímulos percibidos
6	Los datos proyectados por componentes de la arquitectura de agente
7	Significancias emocionales actualizadas de los estímulos percibidos se envían desde el EF al EMS. En sentido contrario, el EMS envía al EF información sobre el estado emocional y de ánimo actuales del agente.
8	Significancias emocionales actualizadas de los estímulos percibidos
9	Significancias emocionales actualizadas de los estímulos percibidos se envían desde el EF al IM. Información sobre la significancia emocional de los estímulos entrantes se envía desde el IM al EF.
10	Tendencias de comportamiento asociadas con los estímulos percibidos
11	Estados emocionales y de ánimo actuales del agente
12	Señales emocionales son enviadas desde el componente BO hacia varios componentes en la arquitectura cognitiva del agente

cepción el cual identifica estímulos en el ambiente en el que se desenvuelve que pueden ser relevantes emocionalmente. Esta información se envía al componente de valoración emocional.

Fase 2: Valoración de estímulos. El componente emocional principal del framework evalúa la información acerca de los estímulos enviada por el componente de percepción. Dicha valoración se hace de acuerdo al estado interno del agente, considerando la información referente a cada estímulo previamente almacenada en su memoria, así como el estado emocional y de ánimo que guarda en ese momento el agente. Para proveer más consistencia, en esta fase la información de los estímulos percibidos evaluada se integra con la información que proveen los distintos componentes de procesos cognitivos con los que pueda contar la arquitectura del agente. Toda esta información se integra en esta fase y se envía a un componente de organización de comportamiento.

Fase 3: Impacto en el comportamiento. En esta fase la información resultante del proceso previo de valoración se organiza e integra en forma de tendencias de acción y se envía hacia los distintos componentes ejecutivos que formen parte de la arquitectura de agente para que se vean reflejados en el mismo, ya sea en su comportamiento o en la variación en expresiones físicas.

El framework está diseñado para ofrecer una representación del estado interno (emocional del agente) siguiendo las teorías de valoración.

El framework considera la posibilidad de funcionar con distintos tipos de teorías de la

valoración, y a través de una interfaz de usuario es posible agregar nuevas teorías indicando sus respectivas dimensiones y variables, propiciando de esta manera la escalabilidad ya que nuevos descubrimientos en el ámbito de éstas teorías podrán verse fácilmente reflejadas en el funcionamiento del mismo. Por lo que el componente de percepción considera esta posibilidad.

A continuación se describe la función específica de cada uno de los componentes del framework:

- **Componente de percepción.** Este componente captura información del ambiente, su función es, mediante algún mecanismo (una serie de reglas lógicas por ejemplo), abstraer la información presente en una determinada situación que pudiera ser de relevancia para el agente y enviar dicha información hacia el componente de valoración general. El enfoque del presente trabajo no está centrado en este componente, por lo que se deja de lado la forma en que la abstracción se lleva a cabo.
- **Componente de Valoración General (GA).** Este componente recibe la información desde el componente de percepción y la contrasta con el estado interno del agente. Una vez que los estímulos han sido identificados como posiblemente emocionales, este componente se apoya en el componente de memoria interna para asignar valores a cada una de las dimensiones de valoración. Es decir procesa la información del componente de percepción, busca en la memoria interna un antecedente emocional para la situación actual en la que se encuentra el agente y asigna un valor a cada una de las dimensiones de la teoría que se esté utilizando. Estos nuevos valores en las dimensiones reflejan el cambio en el estado (emocional) interno del agente.
- **Componente de Memoria Interna (IM).** Este componente almacena conjuntos de valores (correspondientes a las dimensiones determinadas por la teoría de valoración) y proporciona el antecedente emocional del agente con respecto a ciertos estímulos.
- **Componente de Emoción y Estado de Ánimo (EMS).** Este componente almacena el conjunto de valores correspondiente al estado actual emocional del agente. A diferencia del conjunto que manejan los componentes GA y EF, este mantiene un estado más estable, es decir se actualiza de forma menos constante, es notificado de los cambios que realicen otros componentes, pero no los copia, si no que utiliza un mecanismo de actualización que toma en cuenta el cambio promedio a través del tiempo, así mismo dicho componente modifica gradualmente degenerando (haciendo que pierda intensidad) el estado emocional actual.
- **Componente de Filtrado de Emoción.** En la idea de generar estados emocionales más consistentes, es necesario al realizar valoraciones de los estímulos con respecto al estado interno (resultados de valoraciones anteriores) considerar procesos cognitivos que

puedan formar parte de la arquitectura de agentes, ya que el procesamiento y valoración de los estímulos depende en cierta medida de condiciones como la personalidad del agente o el contexto físico en el cual se percibió el estímulo. Este componente es responsable de alterar la evaluación previa realizada por el GA, es decir debe modificar los valores previamente asignados por el componente de valoración general, para que se vea reflejada la incidencia de los distintos componentes cognitivos que integran la arquitectura del agente. El resultado de dicha alteración (modulación) es notificado al componente de memoria interna (para actualizar los valores en favor de las futuras situaciones de percepción de estímulos), el componente de estado emocional y de ánimo (de forma que pueda considerar dicha información en el proceso de “degenerar” dichos estados), así como al componente de organización del comportamiento, puesto que el objetivo de considerar componentes cognitivos en la valoración de estímulos emocionales, es que éstos se vean reflejados en la adecuación de comportamientos y expresiones emocionales por parte del agente.

- **Componente de Organización del Comportamiento.** Recibe información de la valoración realizada (valores asignados a cada una de las dimensiones que conforman el estado emocional actual del agente) tanto por el componente de valoración general como del de filtrado de emoción, de forma que pueda generar a partir del tal información tendencias de acción las cuales comunica a los distintos componentes que integran la arquitectura del agente. Conforme el componente de filtrado altere (module) la primera valoración realizada por el GA, este componente debe verlo reflejado en la posible modificación de las tendencias previamente generadas.

En el modelo diseñado se consideran dos rutas de valoración de los estímulos percibidos, una es la ruta directa (identificada por la secuencia 1, 3 en la figura) que involucra a los módulos GA y BO; y la ruta indirecta (secuencia 1, 2, 8) involucra además el componente EF. A continuación se explica el proceso de cada una de las rutas:

Ruta Directa (esta vía de valoración se caracteriza por ser más rápida):

- A través de un componente de percepción, el agente captura los estímulos del ambiente.
- El componente GA realiza una primera evaluación en la cual determina si el estímulo es significativamente emocional o no. Para lo cual obtiene información del componente IM (experiencias pasadas).
- Si la valoración determina que el estímulo es significativo se notifica al componente BO para que prepare una respuesta.
- La respuesta del componente BO impacta en el comportamiento y expresiones del agente (parte C).

Ruta Indirecta:

- El GA realiza una valoración más detallada de la información de los estímulos enviada por el componente de percepción, asignándoles un valor, el cual se almacena en el componente de memoria interna. Este es un proceso más lento pero más refinado, es decir el valor asignado aquí es más preciso, que el primero proceso de valoración realizado en la ruta directa.
- La información resultante del componente GA es enviada al componente EF, el cual la modula, ajusta o altera de acuerdo a los componentes cognitivos que se encuentren presentes en la arquitectura del agente, aunado a dichos componentes el EF toma en cuenta la información proporcionada por el EMS para realizar la valoración.
- La información actualizada se envía al BO para organizar una respuesta que altere los componentes de expresión.

2.5 Discusión

En este capítulo se analizaron diversos MCEs desarrollados hasta el momento. Dado que para poder implementar un modelo computacionalmente es necesario caracterizar en mayor o menor medida el proceso de valoración completo, los modelos presentados en la sección 2.3 implementan las tres fases del proceso de la emoción. Dado que fueron desarrollados para una aplicación específica, en general tienen la característica de implementar un modelo de valoración principalmente enfocado en la evaluación de los estímulos emocionales percibidos en términos de las dimensiones de la teoría de valoración que estén utilizando. Algunos van más allá e implementan algunos componentes cognitivos (como personalidad y estado de ánimo) en virtud de las necesidades de la aplicación y/o el entorno específico para el cuál están diseñados.

Por otro lado se revisaron también en la sección 2.4 arquitecturas para agente que tienen un enfoque diferente. Estos modelos aunque plantean las tres fases del proceso emocional, están enfocados en una, la fase de valoración de estímulos, y a diferencia de los primeros no proponen un modelo de valoración particular o específico basado en una teoría de valoración, sino que descomponen el proceso de valoración en subprocesos particularizados y específicos para alguna condición o característica así como mecanismos de integración de cada uno de estos subprocesos de forma que los eventos sean evaluados de forma tan compleja como subcomponentes de valoración existan y los mecanismos de integración permiten agregar subcomponentes de forma dinámica. De esta manera pueden funcionar con una teoría de valoración o con otra (siempre y cuando se desarrolle un subcomponente específica para cada teoría) o incluso fusionar elementos de varias teorías. Modular FATIMA [6] propone

también un esquema similar para la generación de la emoción donde puede desarrollarse un subcomponente para una teoría específica o para otra.

Se revisó con especial énfasis el modelo de Framework Integrativo, debido a que propone un enfoque diferente. Presenta una arquitectura de agente teniendo como centro el modelo del componente de emociones y separando el resto de los componentes cognitivos del agente en términos de afectar o ser afectado por el MCE y define la interacción entre ellos, de forma que plantea la consideración de la influencia de todos los componentes cognitivos en el proceso emocional y viceversa. El proceso de valoración lo separa del resto de los componentes cognitivos a través de un componente que modula la influencia de éstos en la valoración, por lo que esta propuesta no sólo permite considerar tanta información cognitiva como se tenga en la arquitectura de agente sino que además permite que los componentes cognitivos puedan ser (o incluso ya estar) desarrollados y/o caracterizados de forma independiente del resto de la arquitectura.

Por las características que presenta el Framework Integrativo, que no presenta ninguno de los otros modelos aunado a la posibilidad de poder modelar los componentes de forma independiente, es que se decide buscar contribuir con dicho Framework mediante el modelado de parte del proceso de valoración. En los siguientes capítulos se detalla la propuesta de modelo planteada para este fin.

Chapter 3

Modelo de Valoración Emocional

Contents

3.1	Introducción	25
3.2	Diseño del Modelo	26
3.2.1	Una primera aproximación	28
3.2.2	Propuesta de Modelo de Valoración	34
3.3	Detalles de Implementación del Modelo	43

3.1 Introducción

Como ya se revisó en el capítulo anterior, existen diversos esfuerzos encaminados en dotar a los agentes autónomos de comportamiento emocional, esto con el objetivo de aproximar la respuesta de los mismos a cambios internos o externos producto de su interacción con el ambiente o con otros agentes de forma similar a como respondemos los humanos. Esto en sí mismo conlleva una serie de retos importantes y dada la magnitud de aplicaciones en distintos ámbitos que se tiene ha generado desarrollos e implementaciones de modelos que permitan emular de alguna manera el proceso emocional. Sin embargo este tipo de esfuerzos se han realizado desde distintos lados y con distintos enfoques, generalmente particularizados de acuerdo a una problemática o casos específicos, limitando o acotando las distintas aristas del proceso emocional de acuerdo a el objetivo preciso buscado.

Por otro lado, dada la complejidad del proceso emocional, otros esfuerzos han estado encaminados en la propuesta de aproximar arquitecturas escalables que permitan por un lado resolver una problemática inmediata y específica respecto a la generación e identificación tanto de emociones como de comportamientos emocionales, y por otro a dejar sentadas las

bases para la posible integración de elementos a considerar como parte del proceso emocional, es decir no sólo proponer una alternativa acotada y limitada de modelo de emociones, sino tener una plataforma para que esa propuesta pueda seguir creciendo agregando complejidad y nuevo conocimiento a la representación del proceso emocional.

Un siguiente esfuerzo tiene que ver con la posibilidad de generaliar dichas arquitecturas, es decir de aproximar la posibilidad de que estén dotadas de escalabilidad sin que esto requiera el desarrollo de componentes específicos para la arquitectura, sino que puedan integrarse de forma relativamente sencilla, sin realizar modificaciones mayores a componentes que ya existan o que fueron pensados para otras arquitecturas o para otros fines.

En la idea de acercarnos a esa alternativa, en este capítulo se presenta una propuesta de modelo que busca aportar a la consolidación de la arquitectura que se describió en la sección 2.4. Buscando aproximar una generalización que permita la integración de forma relativamente sencilla de componentes que agreguen complejidad al proceso de modulación de la valoración emocional de estímulos, para de esta manera poder a través de la arquitectura generar modelos de emociones que consideren distinta y variaba información cognitiva que pueda ya ser parte de la arquitectura de agentes.

Se presenta una primera aproximación surgida durante el desarrollo de esta tesis, que puede considerar una primera opción, la cual no pudo seguir siendo explorada, ya que como se explicará en la siguiente sección de este capítulo requiere de información desde las ciencias cognitivas la cual no pudo ser claramente identificada entre la literatura revisada. Debido a eso se presenta también una segunda aproximación sobre la cual se siguió el desarrollo de la presente tesis, dicha propuesta parte precisamente de la información desde las ciencias cognitivas que se tiene, que si bien es limita e implica ciertas consideraciones y acotaciones, consideramos que ofrece mayor certeza respecto a los métodos y procedimientos que incluye.

Finalmente como conclusión de este capítulo se presentan algunos aspectos que serán revisados a detalle en los siguientes capítulos y que tienen que ver con la implementación y prueba de la propuesta presentada.

3.2 Diseño del Modelo

Para el diseño del modelo es necesario realizar algunas precisiones:

La presente propuesta de modelo se inscribe dentro de la fase de valoración del proceso emocional, particularmente busca contribuir a la modulación de una valoración emocional realizada previamente. Como ya se mencionó en secciones anteriores, dicho modelo forma parte de un framework que contempla el proceso emocional completo en una arquitectura de agentes.

El modelo presentado corresponde al componente dentro del framework que se identifica como de filtrado de emoción (EF), por lo que el modelado del resto de las fases queda fuera del alcance de este trabajo. No obstante el framework presenta ya una aproximación que incluye las otras fases.

Para la valoración realizada por el componente EF, se utiliza la lógica difusa a través de funciones de membresía definidas a partir de la interfaz de usuario del framework, a cada variable de cada dimensión de la teoría de valoración que se esté utilizando le corresponde una determinada función de membresía sobre la cual se evaluará el estímulo percibido. Una alteración (modulación) en los límites de cada una de las funciones de membresía de las variables utilizadas, reflejaría la injerencia de los componentes cognitivos que formen parte de la arquitectura del agente, de forma que modifique la forma en que se valorarían los estímulos percibidos en caso de no existir dichos componentes.

Para el modelado del componente de filtrado de emoción, es necesario considerar lo siguiente:

- La arquitectura del agente puede contener un número variable no conocido de componentes cognitivos, y el filtro de emoción debe considerar toda la información que éstos puedan aportar.
- Cada componente cognitivo proporciona información diversa y la envía en diversos formatos teniendo necesariamente en común únicamente ser información que tiene influencia en la valoración de estímulos emocionales, para buscar la generalidad de la arquitectura es necesario definir un mecanismo para recibir la información que envían los componentes de forma que puedan integrarse sin tener que realizar mayores modificaciones a la estructura del componente.
- La información que proporcionan los componentes cognitivos cambia constantemente, sin embargo, dependiendo del proceso cognitivo al que implementen, los cambios pueden ser muy seguido (como en el caso del contexto físico) o muy esporádicos (como en el caso de la personalidad o la cultura). Así mismo la influencia que tiene cada proceso cognitivo es ponderadamente diferente.
- El componente de filtrado emocional debe procesar la información producida desde cada componente cognitivo, reflejar dicha información en el proceso de valoración emocional e integrarla.

Dado que el framework trabaja con la caracterización de la emoción realizada por las teorías de valoración, el estado emocional del agente es representado como un conjunto de valores correspondientes a las dimensiones del appraisal, los componentes cognitivos envían información correspondiente a su componente, es decir un elemento o configuración específica

del proceso cognitivo que están representando, dada la incompatibilidad de la información en ambos lados, es necesario definir un criterio que las relacione lógicamente de forma que se pueda determinar una influencia entre unas y otras, la figura 3.1 muestra el esquema.

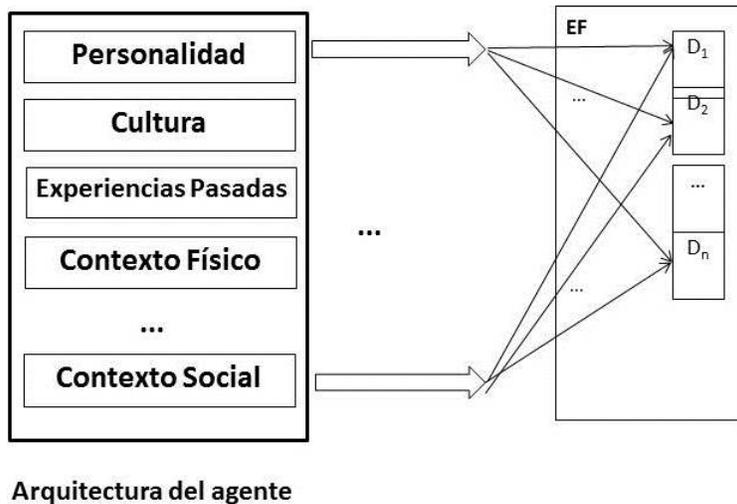


Figure 3.1: Influencia de la información entre componentes

Dado que uno de los objetivos del framework es la fácil integración de los componentes cognitivos que puedan ser parte presente o futura de la arquitectura de agente (existen algunos esfuerzos que contemplan el modelado computacional de algunos de ellos y se contempla también la posibilidad de integrarlos) es necesario que la interfaz considere las menores modificaciones posibles en la estructura de los componentes cognitivos, idealmente limitándose a la forma en la que entregan la información.

Lo anterior conlleva dos desafíos importantes que es necesario resaltar en el modelado del esquema: en primer lugar cada componente cognitivo tiene una importancia relativa diferente con respecto al estado emocional actual del agente, y por lo tanto el cambio en algún componente cognitivo tendrá mayor relevancia en las dimensiones de valoración del agente que otro, es necesario establecer adecuadamente la importancia gradual que cada componente tiene; el otro aspecto tiene que ver con el mapeo entre sí de la información enviada por los componentes de forma que pueda verse fácilmente reflejada en el conjunto de valores dimensionales que constituyen el estado emocional actual del agente y que serán integrados por el componente de filtrado emocional.

3.2.1 Una primera aproximación

Siguiendo el modelo propuesto, el proceso comienza con el componente de percepción recibiendo información del ambiente para que el componente GA pueda valorarla. Esta valoración

es rápida y debe determinar en primera instancia si el estímulo percibido tiene significancia emocional o no. Desde luego este componente recibe información complementaria de la IM para poder realizar su evaluación. La caracterización de la emoción va a depender de la teoría de valoración que se esté utilizando, ya que cada teoría maneja un número predeterminado de dimensiones, de forma que la interfaz de usuario del framework proporciona la posibilidad de seleccionar la teoría de valoración que desea actualizar, los cuales se almacenan en un vector de valoración donde cada posición en el vector representa el valor asignado por el componente GA en su primera valoración. En figura 3.2 se muestra, a modo de ejemplo, este proceso utilizando la teoría PAD.

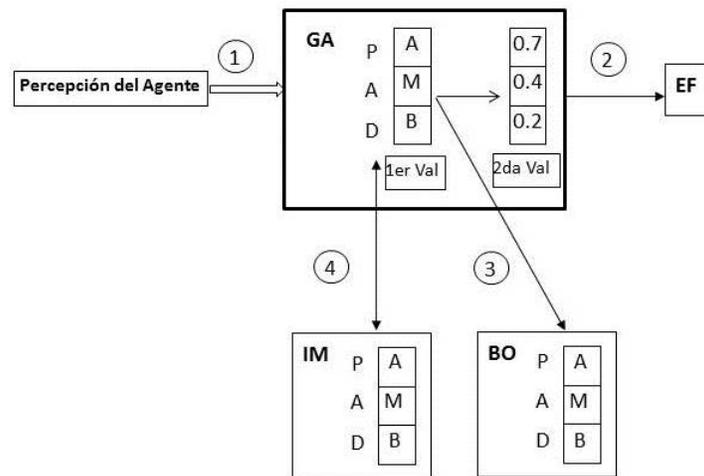


Figure 3.2: Proceso de valoración realizado por el componente GA

Para la primera valoración el GA revisa en el IM si existe información previamente aprendida con respecto a la situación actual del agente en el ambiente y a partir de la información recibida del IM asigna los valores correspondientes. En esta primera valoración (1er Val) únicamente se determina si el estímulo percibido es significativamente emocional, para representar este hecho, a cada dimensión se le asigna una variable (Alto, Medio, Bajo, en este caso), dichas dimensiones y variables son determinadas de acuerdo a la teoría de valoración que se esté utilizando, de manera que la significancia del evento puede ser determinada si por ejemplo, en base a registros en la IM se determina que el estímulo produce un placer alto o si el nivel de excitación (Arousal) está en algún extremo (Alto o Bajo). En una segunda valoración el GA realiza una valoración más precisa, para representar esto, toma como base el vector generado en la primera valoración y mediante funciones de membresía (previa e inicialmente definidas) asigna un correspondiente valor número (entre 0 y 1) que describe la intensidad del estímulo percibido en término de cada una de las dimensiones de la teoría de valoración que se esté utilizando. El vector generado en esta segunda valoración realizada por el GA es enviado al componente EF para una siguiente valoración.

Debido a que el proceso de valoración de emociones no es ni único, ni aislado, sino que interfieren otro tipo de procesos como la cultura, motivación, personalidad, normas sociales, creencias, metas y deseos, señales fisiológicas, expectativas, experiencias pasadas, contexto físico, contexto social, situación actual entre otras. Por ejemplo, la presencia de mi jefe inmediato en mi espacio de trabajo puede generar un tipo de emoción (o intensidad) distinto si el recorrer los espacios de trabajo es una práctica común o si es algo que rara vez realiza. En la búsqueda de lograr procesos de valoración emocional más parecidos a los humanos, el componente EF requiere integrar la información existente de diversos procesos cognitivos que puedan ser parte de la arquitectura del agente, de forma que éstos incidan en el proceso emocional del mismo.

Para poder llevar esto a cabo, dado que el proceso emocional se está caracterizando mediante un vector de valores, un primer paso para poder realizar la integración sería el poder mapear la información generada por cada componente cognitivo a un vector de valores que representen la particularidad de dicho componente en términos de contribución a cada una de las dimensiones determinadas por la teoría de valoración que se esté utilizando. Es decir, por ejemplo, poder determinar numéricamente la contribución que pueda tener el pertenecer a una cultura foránea en los niveles de placer, excitación o dominio en determinada situación que el agente esté experimentando, la presencia del jefe inmediato en el lugar de trabajo de cierta persona, puede generar mayor placer para las personas de cierta cultura (donde por ejemplo el jefe sólo se acerque a los lugares de trabajo de aquellos a los que está por despedir o llamar la atención) que a las de otra. Debido a que no es posible conocer con exactitud la cantidad de componentes cognitivos que puedan integrar una arquitectura de agentes, y que de hecho lo deseable es que sea un número que pueda ir aumentando o modificándose buscando una característica de escalabilidad en el modelo, se plantea la aplicación del modelo en 2 fases, una primer fase de entrenamiento donde el objetivo es crear un vector “referencia” para cierto componente cognitivo.

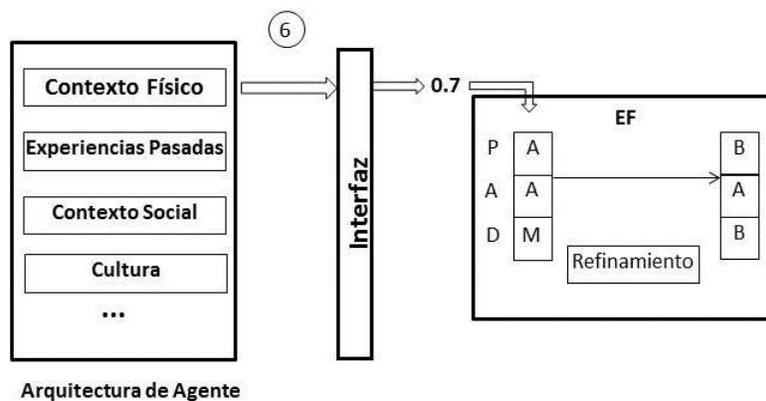


Figure 3.3: Primera fase del proceso: crear vector referencia

En la figura 3.3 se muestra el proceso de la primer fase, la fase de configuración inicial o entrenamiento, para cada proceso cognitivo a través de la interfaz se le asigna un valor número ponderado que indica la posible significancia que pueda tener en la valoración de estímulos emocionales, este valor se pasa a través de las funciones de membresía de cada dimensión del appraisal que se esté considerando (en la figura se usa como ejemplo la teoría PAD) para realizar el mapeo hacia cada uno de los valores que requieren las dimensiones. Desde luego se espera que esta primera aproximación sea altamente carente de precisión, por lo que será necesario refinarla.

Es necesario tener una aproximación más adecuada, para esto se requiere tratar de predecir la significancia que un componente cognitivo puede tener en los procesos de valoración emocional. Scherer en [18] presenta los resultados de un estudio de campo, el cual con el apoyo de un sistema experto, intenta predecir la emoción experimentada por los individuos en una situación específica que ellos mismos definen. A través de un cuestionario, solicita a las personas que recuerden un episodio de su vida que les haya sido altamente emocional (les haya producido una emoción muy intensa, fuerte), sin importar cuál haya sido la situación y/o la emoción que les produce (aunque se les solicita que la describan) aplica posteriormente un cuestionario (en escala de Likert) donde las preguntas corresponden a una valoración cognitiva (dimensión del appraisal) que los usuarios hacen con respecto a la situación, por ejemplo, una de las dimensiones del appraisal que considera Scherer en su estudio es la brusquedad/repentinidad, la pregunta del cuestionario relacionada con tal dimensión es en el sentido de si la situación que provocó la emoción sucedió de repente o de forma abrupta. Basado en un estudio previo realizado por él mismo, obtuvo tablas con los umbrales necesarios en cada dimensión para producir un conjunto de emociones diferentes, ya través de los valores recopilados de la aplicación de una encuesta a cada individuo, intenta predecir (basado en su tabla) la emoción que experimentó el individuo, en caso de que la predicción haya sido incorrecto (de acuerdo a la información del propio usuario), se sugiere la siguiente emoción más próxima (de acuerdo a la tabla y los valores) para que el usuario nuevamente valore sí es la correcta. En caso de que ninguna de las catorce emociones preconsideradas no sea la que el usuario (se insiste a su juicio) haya experimentado, se le pide que genera una nueva “etiqueta” para describir la emoción que sintió. De esta manera la tabla de valores iniciales que pre-consideró se actualiza y refina con los resultados del estudio (después de haber analizado su validez desde luego).

Para refinar el vector de ponderación, es decir el vector de valores (uno por cada dimensión del appraisal) que representa el nivel de significancia o incidencia que un componente cognitivo tiene en cada una de las dimensiones del appraisal, una posibilidad sería considerar un estudio similar al realizado por Scherer, en el cual los valores iniciales corresponderían al vector ponderación generado inicialmente (y meramente subjetivo) y las preguntas del cuestionario corresponderían al nivel de alteración/modificación en la emoción producida que podría generar cada uno de los componentes cognitivos, por ejemplo, preguntar al usuario

si en la situación que provocó la emoción se cambiara el contexto físico donde ocurrió en que proporción alteraría el resultado emocional que tuvo. Desde luego este tipo de estudio estaría sujeto a las consideraciones (opiniones) subjetivas y conscientes de cada uno de los participantes, pero esa es una cuestión inherente a las propias teorías de valoración de la emoción, por lo que no es intención de este trabajo polemizar en ese respecto.

Una vez refinados los vectores de ponderación (uno por cada componente cognitivo que forme parte de la arquitectura del agente) con los resultados del estudio, éstos se almacenarían como referencia en la memoria interna del agente. En este punto concluiría la fase de configuración inicial dando paso a la segunda fase, la de operación del modelo.

En esta segunda fase, los componentes cognitivos envían información correspondiente al proceso que representan, es decir, si existe un componente que considera/implementa el contexto físico, sería un tipo específico de contexto (de acuerdo a la forma en que el componente lo represente), esta información pasaría a través de la interfaz de acuerdo al esquema presentado en la figura 3.3, la interfaz sería responsable de contrastar dicha información con la situación que produjo el estímulo y convertir dicha información en un valor numérico entre cero y uno, donde el uno representa una aportación altamente positiva para la situación y cero lo opuesto. En base al sesgo que pueda representar la información proveniente del componente cognitivo, el componente de filtrado emocional tomaría dicho valor para saber la forma en que debe modificar las funciones de membresía para cada dimensión del appraisal, del vector de ponderación almacenado en la memoria permitiría al EF tener un criterio respecto al nivel de desplazamiento que debe tener cada función, dado que el vector de ponderación precisamente representa el nivel de incidencia que tiene dicho componente cognitivo en cada una de las dimensiones de la valoración, así pues la información proporcionada en ese momento por el proceso cognitivo daría cuenta del sentido en el que se deben desplazar los umbrales las funciones de membresía, y el vector de ponderación almacenado del tamaño/nivel de desplazamiento. De esta manera con la información proveniente del GA se generaría un nuevo vector de estado emocional, ahora con las nuevas funciones (ajustadas por el componente cognitivo), teniendo un vector estado por cada componente cognitivo, además del vector original (generado por el GA), produciendo así una pila de vectores, los cuales el EF posteriormente integraría mediante algún mecanismo (suma ponderada por ejemplo). Finalmente el vector integrado se enviaría al componente de organización del comportamiento para que (en su caso) realice las modificaciones necesarias con respecto a la variación que existe entre el vector enviado por el GA y el enviado por el EF. Así mismo el vector generado (modificado) por el EF se envía también al componente de memoria para que éste guarde un registro del vector resultante de la valoración para la situación en particular en la que se encuentra el agente considerando los componentes cognitivos que son parte de su arquitectura, mediante un mecanismo de aprendizaje el componente de memoria actualizaría los vectores ponderados de acuerdo a las situaciones que se vayan presentando. En la figura 3.4 se muestra el esquema:

Un ejemplo de este mecanismo es el siguiente: el agente tiene como objetivo desplazarse

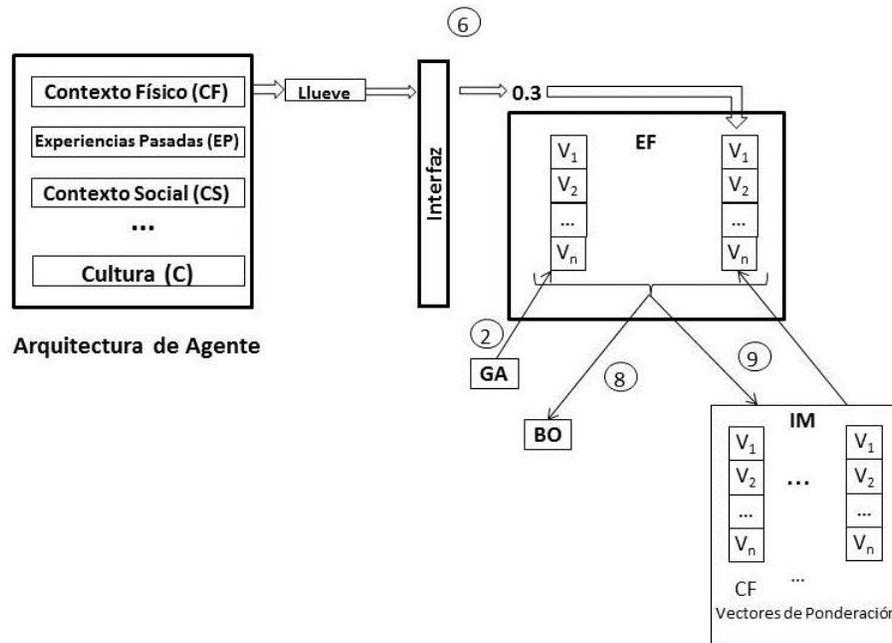


Figure 3.4: Propuesta de Modelo de Valoración

alrededor de su entorno para realizar funciones de monitoreo, se encuentra realizando su desplazamiento sin problema, por lo que la situación le genera un estado emocional específico, pudiendo ser éste una alegría (primer vector producido por el GA), sin embargo esa en esa misma situación comienza a llover (información proveniente del componente cognitivo del contexto físico), esta información es analizada por la interfaz, la cual le asigna un valor pequeño cercano a cero (0.3), dado que dicho contexto interfiere o dificulta la meta del agente (desplazarse) por lo que representa una influencia negativa para el agente, con ayuda del vector de ponderación previamente generado se sabe que el contexto físico tiene una alta incidencia en el procesamiento emocional de estímulos de las personas, por lo que el EF modifica los límites de las funciones de membresía para las dimensiones del appraisal y genera un nuevo vector que representa la valoración considerando el contexto (produciendo por ejemplo miedo) la integración de estos vectores produce un nuevo estado emocional (pudiendo ser por ejemplo una alegría menos intensa o bien un estado de preocupación, aunque estas caracterizaciones dependerán de la teoría del appraisal que se esté utilizando y el significado que pueda dársele al vector de valores de las dimensiones).

Esta aproximación presenta un número considerable de retos, sin embargo el principal tiene que ver con la información recopilada necesaria para poder establecer los vectores de ponderación, al parecer no existe literatura que sustente dicho respecto. Una posibilidad de afrontar esa problemática sería generar dicha información a través de la realización de un experimento(estudio) similar al realizado por Scherer, sin embargo esto conllevaría dos

dificultadas que no podrían ser afrontadas en el ámbito de estudio y de trabajo en la presente tesis: por un lado el realizar el estudio requiere un considerable esfuerzo dentro de áreas cognitivas (particularmente la psicología) el cuál por sí sólo ya representa un considerable trabajo y preparación en la idea de que pueda contar con cierta validez; por otro lado, si la posible realización de dicho estudio no conlleva los resultados esperados que sustenten la posibilidad de establecer vectores de ponderación referencia, entonces esta alternativa tendría que ser descartada.

Debido a lo anterior fue que esta primera aproximación resulta, al menos de momento inviable para el objeto y alcance de estudio de esta tesis, por lo que en la siguiente sección se presenta una segunda aproximación, la cual se busca concretar en el resto del desarrollo de este trabajo.

3.2.2 Propuesta de Modelo de Valoración

A partir de la primera aproximación, presentada en la sección anterior, se identifica un aspecto fundamental a considerar en el desarrollo de este tipo de modelos, los posibles desarrollos en el ámbito computacional están acotados/limitados por la evidencia científica en áreas cognitivas y neuronales respecto a las emociones, es por eso que para la elaboración de la propuesta se definió un enfoque diferente, el cual consiste en partir de la evidencia que dichas ciencias puedan aportar para intentar resolver las problemáticas planteadas. En ese sentido se comienza a afrontar cada una de las dificultades analizadas en el capítulo 1 respecto a la posibilidad de dotar a la arquitectura de una generalización que permita tomar ventaja de los componentes ya desarrollados.

En primer lugar, como se ha mencionado, no es posible conocer la cantidad de componentes cognitivos que pueden integrar una arquitectura de agentes, y aun cuando se conociera de antemano seguiría representando una dificultad, dado que se busca que la arquitectura sea escalable, debe tener la capacidad de permitir la posterior incorporación de componentes. Por otro lado, existe la problemática de no conocer la forma en que cada componente va a representar la información.

Para ejemplificar lo anterior, la arquitectura del agente puede incluir un componente de personalidad, el cual puede estar basado en la teoría OCEAN [5], la cual representa la personalidad en base a valores en cinco rasgos específicos (Openness, Conscientiousness, Extroversion, Agreeableness, Neuroticism), por lo que dicho componente podría arrojar como salida (entrada para el framework) un vector de valores correspondientes a los rasgos del agente. Así mismo puede haber otros componentes enviando información tan diversa como la cantidad de aplicaciones en las que los agentes son utilizados.

Es importante señalar que en la idea de poder acotar la problemática para estar en condiciones de proponer una alternativa de solución alcanzable, se considera que independi-

entamente de la forma en que sea representada la información por los procesos cognitivos, lo relevante para fines de la arquitectura es la influencia que puede tener en la valoración de estímulos emocionales, es decir la posible modificación que pueden generar en los valores de cada dimensión.

En ese sentido la literatura proporciona considerable información respecto a la forma en que los valores de cada dimensión son generados a partir de la valoración de eventos específicos, por ejemplo Scherer [21] proporciona detallada información respecto a la generación de valores para la dimensión de relevancia, plantea una serie de "checks" que bien podrían considerarse subdimensiones cuya descripción permite una amplia y estrecha relación con algunos tipos de eventos, caracterizando de esta manera la generación de sus valores y describiendo como la integración de los valores de los "checks" pueden conformar el valor de relevancia. Así mismo existe información (si bien no a tanto nivel de detalle sí significativa) referente a la forma de generar los valores en otras dimensiones incluso en otras teorías de valoración.

Dado que no es el objetivo desarrollar un módulo de valoración completo sino enfocarse en la parte de modulación, se parte del supuesto que una primera asignación de valores para cada dimensión en cierto evento (o tipo de evento) en particular ya ha sido realizada por el componente GA, la información referida en el párrafo anterior no proporciona una utilidad significativa directamente, sin embargo si permite establecer algunos primeros criterios respecto a la posible influencia de los componentes cognitivos en ciertas dimensiones. Por otro lado existe también información en la literatura, la cual aunque con ciertas limitaciones plantea algunas relaciones entre distintos componentes cognitivos (cultura por ejemplo [CITA]) y dimensiones de valoración. Ambos tipos de información permiten aproximar una serie de pautas respecto a la caracterización de la influencia de los componentes cognitivos en las dimensiones de valoración, en [CITA] por ejemplo se presenta un estudio que con ayuda de técnicas de imágenes cerebrales concluyen que la cultura (caracterizada como colectivista o individualista) tiene una influencia en la valoración de situaciones, propiciando una valoración más intensa de las situaciones negativas (en base a las metas y objetivos del individuo) cuando se tiene una cultura colectivista y una valoración más tenue de las situaciones positivas.

En este sentido este tipo de información (aunque con sus reservas, puesto que el estudio tiene su alcance y limitaciones) permite cierto soporte para considerar la posibilidad de que la cultura pueda tener una influencia en la modulación de la intensidad con la que se ha valorizado (asignado valores) a las dimensiones para un evento en particular.

De esta manera es que la propuesta presentada considera establecer relaciones lógicas entre los distintos componentes cognitivos y las dimensiones de valoración (las cuales dependen de la teoría que se esté utilizando). Así mismo se propone ubicar características de similitud entre distintos componentes cognitivos, de forma que estos puedan agruparse y de esta forma

alterar de forma relativamente similar los valores previamente asignados a las dimensiones de valoración.

Una característica común que se ha observado entre distintos tipos de elementos cognitivos relevantes para la modulación tiene que ver con su temporalidad, es decir existen componentes como la personalidad, la cual una vez determinada en los individuos es complicado que cambie. A diferencia de otros elementos relevantes en la modulación, por ejemplo el contexto social; es evidente que dicho contexto tiene una influencia en la modulación de la valoración emocional realizada para un evento específico, una misma situación que haya resultado emocionalmente significativa para un individuo puede cambiar su significancia dependiendo el contexto social en el que se haya llevado a cabo; a diferencia de la personalidad, el contexto social puede cambiar de un momento a otro y siendo la repentinidad un elemento a considerar en varias teorías de valoración, queda clara una alta influencia del contexto en dicha dimensión.

Así mismo existen modelos de representación de elementos cognitivos, por ejemplo la personalidad y la cultura que tienen varios elementos en común, es una característica de los seres humanos que se va formando/adquiriendo con el paso del tiempo, por lo que los recuerdos y experiencias vividas forman parte de su formación. Debido a esto resulta esperanzador pensar que la alteración que generan en los valores de una dimensión es relativamente similar.

Dados estos elementos es que se propone la agrupación de componentes cognitivos que pudieran ser parte de la arquitectura del agente, de esta manera, se consideran dos grupos de componentes, basados principalmente en la temporalidad de su composición, es decir si son componentes cuya configuración cambia en un tiempo relativamente breve (como pudiera ser el contexto) o si su cambio lleva considerablemente más tiempo (como el caso de la personalidad o la cultura) como se muestra en la figura 3.5:

De esta manera sin importar la cantidad de componentes que formen parte de la arquitectura, estos serían integrados en alguno de los dos grupos de acuerdo a sus características y cada grupo generaría un proceso de modulación para alterar significativamente los valores de las dimensiones.

El framework considera una serie de funciones de membresía para cada dimensión de valoración, de forma que los valores generados por el GA (entre 0 y 1) para las dimensiones serían analizados en términos de cada función de membresía. De esta manera la influencia de los componentes cognitivos (agrupados) se reflejaría mediante la alteración de dichas funciones de membresía. En la figura 3.6 se muestra el modelo completo del componente de modulación.

El proceso completo del que forma parte el componente de modulación (EF) se describe en los siguientes pasos:

1. El componente de valoración general (GA) asigna valores a cada una de las dimensiones

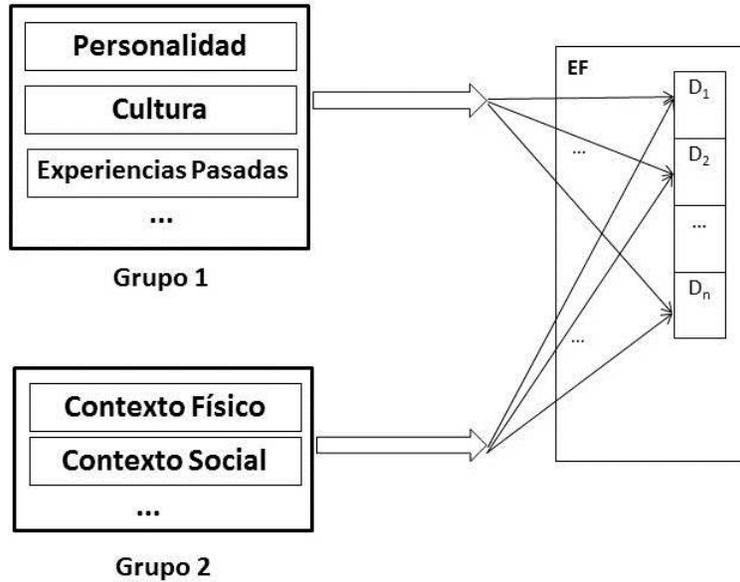


Figure 3.5: Propuesta de agrupamiento de componentes

- de valoración en base al evento percibido, (se considera que este proceso es ajeno al alcance de la presente tesis).
2. Los valores asignados son fusificados a través de las funciones de membresía definidas para cada dimensión, inicialmente las funciones tienen límites predefinidos.
 3. Los componentes de la arquitectura del agente que conforman el primer grupo de información cognitiva (referente a estructuras cognitivas que tardan en cambiar) proporcionan una representación específica relativa a su componente, es decir si la arquitectura del agente incluye por ejemplo la personalidad, entonces dicho componente proporciona una representación específica de alguna personalidad (desinhibida) por ejemplo. Toda la información de los componentes se integra en términos de algún criterio específico y se envía al componente de modulación (EF).
 4. El componente de modulación (EF) recibe la información del grupo 1 y ajusta los límites de las funciones de membresía de cada dimensión de valoración con la que guarda relación. Posteriormente vuelve a analizar los valores generados por el GA para cada dimensión, pero ahora en términos de las nuevas funciones ajustadas.
 5. Se realiza el mismo proceso que en los pasos 3 y 4 pero ahora con los componentes en el segundo grupo.
 6. Finalmente los nuevos valores de cada dimensión se envían como salida a los demás componentes de la arquitectura.

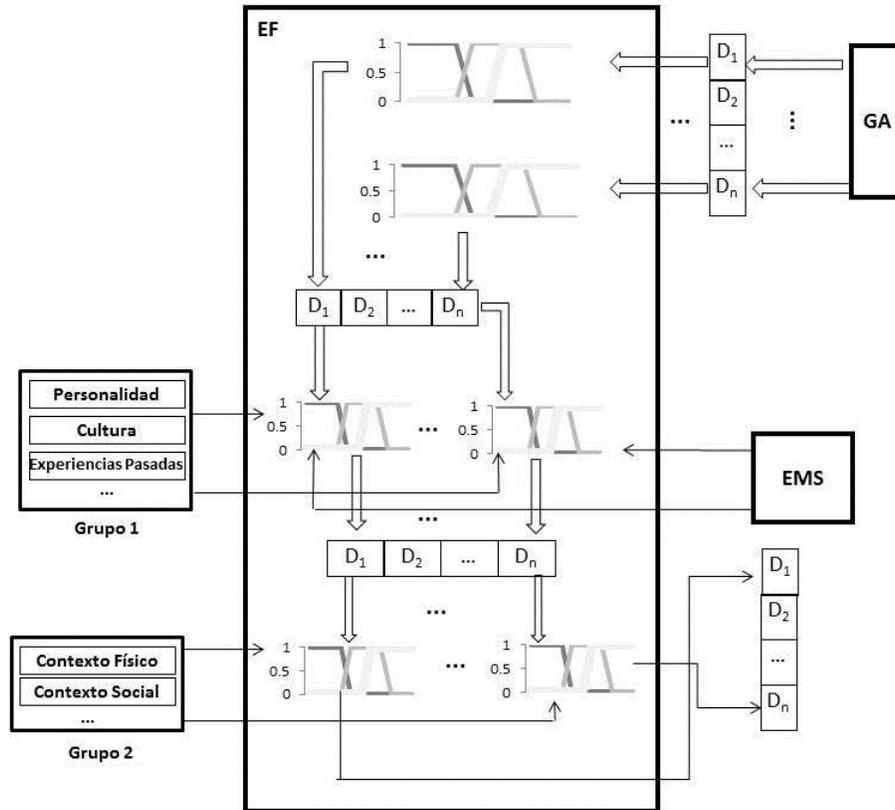


Figure 3.6: Modelo de Valoración

Es importante señalar que aún cuando el framework está diseñado para trabajar con distintas teorías de valoración (su interfaz de usuario permite la selección de la teoría que se desea utilizar e incluso permite agregar nuevas teorías con sus respectivas dimensiones y funciones iniciales de membresía), en esta propuesta se considera utilizar de manera inicial únicamente la teoría de valoración de Scherer.

La problemática se acota a la utilización de sólo una teoría de valoración con el objetivo de que la propuesta presentada pueda ser viable, dado que para cada dimensión de cada teoría de valoración es necesaria una exhaustiva revisión literaria en las ciencias cognitivas y (posiblemente) neuronales respecto a estudios que reflejen una relación de influencia entre dicha dimensión y una serie de estructuras cognitivas.

Para poder considerar distintas teorías de valoración sería necesario definir una serie de reglas de influencia basada en la información que proporcione la literatura para cada dimensión, por lo que el agregar una nueva teoría al framework requeriría especificar sus dimensiones variables (rango de valores que puede tener), funciones de membresía y reglas de

influencia. Por lo que aunque no se descarta esa posibilidad, quedaría de momento pendiente su consideración.

Se decidió utilizar la teoría de valoración de Scherer [20], debido a que es una de las más recientes, es una de las más complejas (considera un número mayor variables), y presenta considerable información respecto a la integración de los valores de las dimensiones. Además su esquema secuencial centrado en cuatro aspectos(dimensiones): relevancia, implicaciones/consecuencias, potencial de copiado (control) y compatibilidad con normas, para los cuales hay definido una serie de checks (variables que deben irse cumpliendo para integrar el valor final de la dimensión) permite una mejor comprensión de los elementos a considerar como posibilidad de influencia de dicha dimensión, y de esta manera se acerca a la caracterización de los criterios para definir las reglas de relación e influencia de las estructuras cognitivas con respecto a cada dimensión.

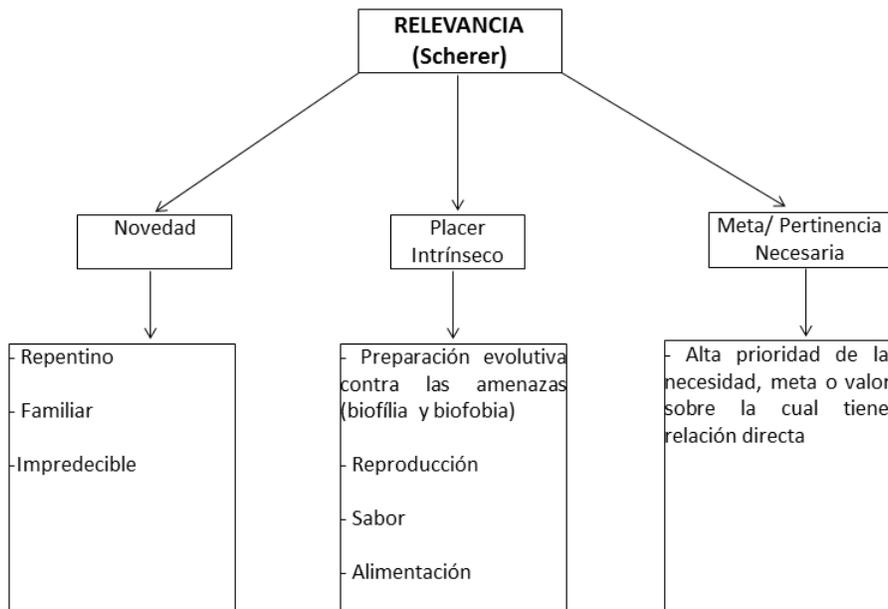


Figure 3.7: Checks para la dimensión de relevancia de Scherer

Si bien las teorías de valoración difieren en el número de dimensiones que consideran y lo que representa cada una de ellas, existe cierta similitud entre teorías. Por ejemplo dimensiones como: novedad, valencia, certeza, conducencia a metas, agencia, y control son comunes en distintas teorías. Por lo que aún cuando en la propuesta consideremos sólo una teoría de valoración (Scherer), la información de influencia respecto a los componentes cognitivos que puedan incidir en una dimensión puede servir de referencia en alguna dimensión equivalente en otra teoría de valoración, simplificando de alguna manera la consideración de otra teoría.

Como ya se mencionó el hecho de agrupar a los distintos componentes con características

similares, permite que las afectaciones a las dimensiones de valoración se hagan por cada grupo. Sin embargo aún se enfrentan dos problemas: determinar la integración de las salidas de los componentes para que entonces sí se pueda tener una sola salida por cada grupo que altere las dimensiones de acuerdo a lo ya planteado; y también la forma en que cada componente representa la información.

Para el primer problema una solución plantada para algunos otros modelos consiste en una sumatoria de las salidas de cada componente multiplicada por un factor de ajuste. En este sentido es necesario explorar diversas alternativas para determinar el mecanismo más conveniente.

La otra problemática requiere de más tiempo y análisis también. Sin embargo, en la idea de dar una aproximación que permita tener claridad respecto a la situación que se puede generar podemos mencionar un primer acercamiento a una posible solución.

Cada componente cognitivo tiene distintas formas de representar la información, pero se considera que tendrá un número limitado de salidas. Por ejemplo, volviendo al ejemplo de un componente de personalidad basado en la teoría OCEAN [5], aún cuando pudiera generar como salida un vector de valores correspondientes a los rasgos, el modelo conlleva también un reconocimiento o etiquetado que identifica a la personalidad como tal. Dado que a caracterización de la modulación se ha planteado como modificaciones a los límites de las funciones de membresía de cada dimensión, entonces lo significativo para la modulación de una primera valoración cognitiva será la tendencia a acrecentar el tamaño del conjunto difuso para que dicha valoración sea caracterizada en un rango más grande.

Trataremos ahora de ejemplificar tal situación, supongamos que para la dimensión de relevancia se consideran tres conjuntos difusos: BAJA, MEDIA Y ALTA con las siguientes funciones de membresía:

$$\mu_{BAJA} = \begin{cases} 1 & \text{si } x \leq 0.3 \\ \frac{0.4-x}{0.4-0.3} & \text{si } 0.3 < x \leq 0.4 \\ 0 & \text{si } x > 0.4 \end{cases}$$

$$\mu_{MEDIA} = \begin{cases} 0 & \text{si } y \leq 0.3 \\ \frac{y-0.3}{0.4-0.3} & \text{si } 0.3 < y \leq 0.4 \\ 1 & \text{si } 0.4 < y \leq 0.7 \\ \frac{1-y}{1-0.7} & \text{si } 0.7 < y \leq 1 \\ 0 & \text{si } y > 1 \end{cases}$$

$$\mu_{ALTA} = \begin{cases} 0 & \text{si } z \leq 0.6 \\ \frac{z-0.6}{0.7-0.6} & \text{si } 0.6 < z \leq 0.7 \\ 1 & \text{si } z > 0.7 \end{cases}$$

Estas funciones se pueden considerar predefinidas, dado que se debe comenzar a trabajar con algo, posteriormente se irán ajustando de acuerdo a la modulación que realice el componente respectivo (EF). Así pues supongamos que la literatura se sabe que la personalidad tiene un efecto de potenciar la valoración emocional de la dimensión de relevancia, en ese caso la afectación dada por ese componente se representaría extendiendo los límites, si se tratase por ejemplo de una personalidad colérica o eufórica, entonces es más fácil que un evento sea valorado como relevante que si se trata de una personalidad melancólica. En ese sentido el rango de pertenencia del conjunto BAJA sería más pequeño, el del conjunto ALTA sería más grande y posiblemente el del conjunto MEDIA solo se extendiera de un lado. Como muestra en la figura 3.8:

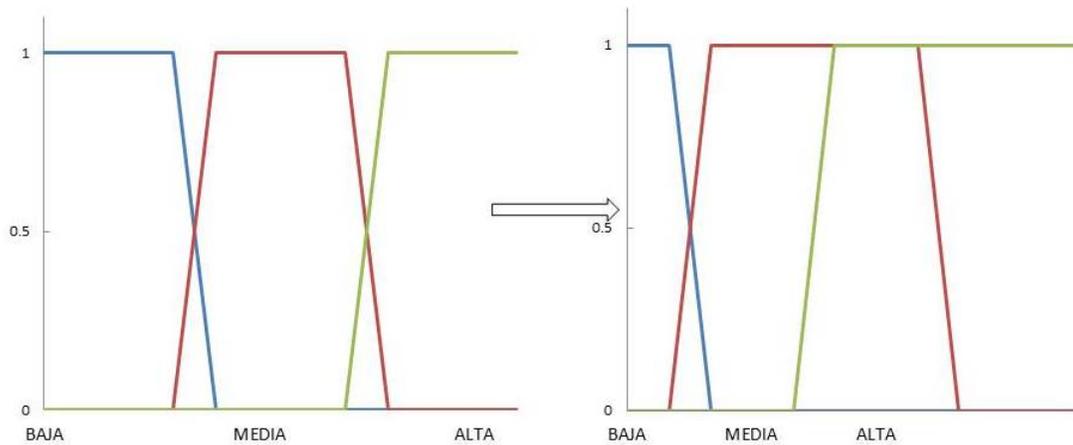


Figure 3.8: Posible efecto del componente cognitivo de personalidad en las funciones de membresía de la dimensión de relevancia.

De igual manera una personalidad melancólica podría considerar una alteración similar (es el mismo componente por lo tanto tiene el mismo nivel de influencia) pero en sentido contrario, es decir el rango de pertenencia del conjunto BAJA sería más grande, el del conjunto ALTA más pequeño y posiblemente el del conjunto MEDIA sólo se extendería del otro lado.

Sin embargo es importante señalar que ese esquema requiere todavía la consideración de que los componentes no se están tratando directamente sino que están agrupados, por lo que una modificación/modulación determinada en términos de un sólo componente no puede reflejarse en las funciones de membresía de cada dimensión. Es necesario establecer un mecanismo de integración, porque la modificación del ejemplo, dad en términos únicamente de personalidad, requeriría considerar también los demás componentes que puedan ser parte del mismo grupo, por ejemplo, la cultura. Posiblemente (es la consideración que se plantea en la presente propuesta) la cultura y la personalidad al tener características de cierta similitud alteren en un rango similar (valor absoluto del "desplazamiento" de las gráficas) las funciones

de membresía de cada dimensión, ese es el sentido o regla principalmente que permitiría agruparlas juntas, sin embargo puede ser que la personalidad requiere ampliar el rango de digamos el conjunto de pertenencia BAJA y por otro lado la cultura presente información que resulte en la ampliación del conjunto de pertenencia ALTA. Un ejemplo de este caso podría ser un individuo con personalidad melancólica o poco sociable, pero que pertenece a una cultura donde se valora mucho la colectividad, es claro la contraposición de ambas características, por lo que el resultado debe acotarse y la salida del grupo uno (si sólo tuviera estos dos componentes) implicaría tentativamente la imposición de uno sobre el otro.

Si bien hasta este momento del desarrollo de la presente tesis no se ha definido un mecanismo de integración, se ha comenzado a analizar un primera posible alternativa. Si fuera posible, en base a la información que provea la literatura establecer reglas que permitan determinar si las salidas de los componentes pueden caracterizarse como benéficas/positivas o perjudiciales/negativas para el agente eso podría proporcionar una primera aproximación. Retomemos nuevamente la personalidad por ejemplo, podrías plantear que en general, para la gran mayoría de los casos, sería preferible una personalidad de características sociales o alegres, no quiere decir esto que el agente deba estar limitado a sólo tener ese tipo de personalidad, si no que independientemente de la personalidad del agente, para fines de influencia las personalidades alegres o sociales serían caracterizadas como positivas/benéficas, mientras que la melancolía o la introversión serían caracterizadas como negativas o perjudiciales.

Lo anterior significa que una personalidad "positiva/benéfica" produciría una valoración de relevancia, placer, novedad, etc. más cargada hacia lo ALTO en términos generales, mientras que una personalidad "negativa/perjudicial" cargaría a las dimensiones más hacia lo BAJO. En esta idea, podrían ser caracterizados en una etapa inicial cada uno de los componentes que formen parte de los grupos, e inclusive asignarles un valor que los refleje, pudiendo ser un número positivo para las salidas "benéficas" y uno negativo para las salidas "perjudiciales". La distancia desde el cero de cada uno de esos números (ubicados en una recta numérica) reflejaría el qué tan "benéfica" o "perjudicial" es esa salida del componente.

De esta forma ya no importaría la forma en que cada componente represente la información de salida de la estructura cognitiva que implemente, si no que se trabajaría directamente con su caracterización para determinar la forma en que las funciones de membresía de cada dimensión serían alteradas. Como no sabemos el número de componentes que puedan ser parte del grupo sería necesario que al agregarlos se caracterizara cada una de sus salidas. Un posible banco de reglas basado en algún criterio como metas u objetivos ayudaría a determinar lo "benéfico" o "perjudicial" de cada salida del componente. A continuación se presenta un ejemplo de pseudocódigo de la integración.

```
Response r.clearResponse();
```

```
while (group.isEmpty() != true)
```

```
for each Component c
  Output o <- c.getOutput();
  o.setTypeforOutput();
  r.integrateOutput(o.getTypedOutput());
```

El mecanismo de integración aún o sea definido, podría ser sencillo como una suma o bien algún otro más complejo. Como bien se mencionaba el proceso de caracterizar las salidas del componente se llevaría a cabo al momento de agregarlo al grupo específico (previo análisis de sus características de acuerdo a las reglas de pertenencia al grupo).

3.3 Detalles de Implementación del Modelo

[This section is under development]

Chapter 4

Caso de Estudio y Resultados

Contents

4.1	Introducción	45
4.2	Caso de Estudio	45
4.3	Resultados	45
4.4	Análisis de los resultados	46

4.1 Introducción

[This section is under development]

4.2 Caso de Estudio

[This section is under development]

4.3 Resultados

[This section is under development]

4.4 Análisis de los resultados

[This section is under development]

Chapter 5

Conclusiones y Trabajo Futuro

Contents

5.1	Introducción	47
5.2	Trabajo Futuro	47
5.3	Conclusiones	47

5.1 Introducción

[This section is under development]

5.2 Trabajo Futuro

[This section is under development]

5.3 Conclusiones

[This section is under development]

References

- [1] Christoph Bartneck. Integrating the ooc model of emotions in embodied characters. In *Workshop on Virtual Conversational Characters*. Citeseer, 2002.
- [2] Joseph Bates et al. The role of emotion in believable agents. *Communications of the ACM*, 37(7):122–125, 1994.
- [3] Cynthia Breazeal. Emotion and sociable humanoid robots. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1):119–155, 2003.
- [4] Joost Broekens and Doug DeGroot. Scalable and flexible appraisal models for virtual agents. In *Proceedings of the Fifth Game-on International Conference*, pages 208–215, 2004.
- [5] Paul T Costa and Robert R McCrae. Normal personality assessment in clinical practice: The neo personality inventory. *Psychological assessment*, 4(1):5, 1992.
- [6] Joao Dias, Samuel Mascarenhas, and Ana Paiva. Fatima modular: Towards an agent architecture with a generic appraisal framework. In *Emotion Modeling*, pages 44–56. Springer, 2014.
- [7] Magy Seif El-Nasr, John Yen, and Thomas R Ioerger. Flame—fuzzy logic adaptive model of emotions. *Autonomous Agents and Multi-agent systems*, 3(3):219–257, 2000.
- [8] Stan Franklin and Art Graesser. Is it an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents. In *Intelligent agents III agent theories, architectures, and languages*, pages 21–35. Springer, 1996.
- [9] Patrick Gebhard. Alma: a layered model of affect. In *Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, pages 29–36. ACM, 2005.
- [10] Eva Hudlicka. This time with feeling: Integrated model of trait and state effects on cognition and behavior. *Applied Artificial Intelligence*, 16(7-8):611–641, 2002.

- [11] Nicholas R Jennings and Michael Wooldridge. Applications of intelligent agents. In *Agent technology*, pages 3–28. Springer, 1998.
- [12] Pattie Maes. Artificial life meets entertainment: lifelike autonomous agents. *Communications of the ACM*, 38(11):108–114, 1995.
- [13] Stacy Marsella, Jonathan Gratch, and Paolo Petta. Computational models of emotion. *A Blueprint for Affective Computing-A sourcebook and manual*, pages 21–46, 2010.
- [14] Stacy C Marsella and Jonathan Gratch. Ema: A process model of appraisal dynamics. *Cognitive Systems Research*, 10(1):70–90, 2009.
- [15] Paolo Petta and Robert Trappl. Emotions and agents. In *Multi-Agent Systems and Applications*, pages 301–316. Springer, 2001.
- [16] James A Russell and Albert Mehrabian. Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of research in Personality*, 11(3):273–294, 1977.
- [17] Klaus R Scherer. Emotion as a multicomponent process: A model and some cross-cultural data. *Review of Personality & Social Psychology*, 1984.
- [18] Klaus R Scherer. Studying the emotion-antecedent appraisal process: An expert system approach. *Cognition & Emotion*, 7(3-4):325–355, 1993.
- [19] Klaus R Scherer. Appraisal theory. *Handbook of cognition and emotion*, pages 637–663, 1999.
- [20] Klaus R Scherer. Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*, 92:120, 2001.
- [21] Klaus R Scherer. The nature and dynamics of relevance and valence appraisals: Theoretical advances and recent evidence. *Emotion Review*, 5(2):150–162, 2013.