



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



TESIS

MODELO DE INFLUENCIA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN Y
PERSONALIDAD EN MODELOS PREFERENCIALES MULTICRITERIO PARA
LA CREACIÓN DE UN DECISOR VIRTUAL

**Que para obtener el Grado de
Doctor en Ciencias de la Ingeniería**

Presenta

**M.C.C. Jorge Antonio Castro Rivera
D10070283
No. CVU 784035**

Directora de Tesis

**Dra. María Lucila Morales Rodríguez
No. CVU 211781**

Co – director de Tesis

Dr. Nelson Rangel Valdez

Cd. Madero, Tamaulipas

noviembre 2023

Ciudad Madero, Tamaulipas, **09/junio/2023**

OFICIO No. : U.078/22
ASUNTO: Autorización de
impresión de tesis

C. JORGE ANTONIO CASTRO RIVERA
No. DE CONTROL D10070283
P R E S E N T E

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

“MODELO DE INFLUENCIA DEL GRADO DE SATISFACCIÓN Y PERSONALIDAD EN MODELOS PREFERENCIALES MULTICRITERIO PARA LA CREACIÓN DE UN DECISOR VIRTUAL”

El Jurado está integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE:	DRA.	MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
SECRETARIO:	DR.	NELSON RANGEL VALDEZ
PRIMER VOCAL:	DRA.	CLAUDIA GUADALUPE GÓMEZ SANTILLÁN
SEGUNDO VOCAL:	DR.	PEDRO MARTÍN GARCÍA VITE
TERCER VOCAL:	DRA.	GUADALUPE CASTILLA VALDEZ
DIRECTORA DE TESIS:	DRA.	MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
CO-DIRECTOR:	DR.	NELSON RANGEL VALDEZ

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

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica

"Por mi patria y por mi bien"



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



c.c.p.- Archivo
MACG 'NRV'



Dedicatoria

A mi mismo.

Agradecimientos

A mis directores de proyecto por su apoyo, la Dra. María Lucila Morales Rodríguez y el Dr. Nelson Rangel Valdez.

Finalmente, agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) y al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM) por el apoyo y financiamiento otorgado para realizar este trabajo de investigación.

Modelo de influencia del grado de satisfacción y personalidad en modelos preferenciales multicriterio para la creación de un decisor virtual

Castro Rivera Jorge Antonio

Resumen

En este trabajo de investigación fue caracterizado el grado de satisfacción de un Tomador de Decisiones (Decision Maker, DM) mediante modelos de satisfacción y personalidad de la literatura. Lo anterior con el propósito de desarrollar un modelo de influencia de la satisfacción en el proceso cognitivo final de la toma de decisiones de un agente virtual. El diseño experimental propuesto consta principalmente de dos casos de estudio para evaluar el funcionamiento del modelo de satisfacción. El primer caso de estudio aborda la compra de productos alimenticios, dónde cuatro DM's realizan compras con/sin la intervención del modelo de satisfacción. El segundo caso de estudio, ilustra la formación de horarios escolares desde la perspectiva de un estudiante. En el caso de estudio de horarios escolares participan 30 DM's, los cuales interactúan con un coordinador virtual que les sugiere horarios formados de acuerdo a sus intereses. Dichos individuos evalúan el desempeño del modelo mediante un mecanismo de calificación y una encuesta de satisfacción. Los resultados de la experimentación de compra de alimentos, demuestra que el 83 % de los casos que influyen la toma de decisiones de un agente con la satisfacción, produce resultados más cercanos a los intereses de los DM's. Los resultados de la experimentación de formación de horarios escolares, indican que el 67 % de los DM's (20 de 30) aprueba el desempeño del modelo de satisfacción. Es decir, aprueban los horarios sugeridos por el coordinador virtual, incluso superando su expectativa o grado de satisfacción en algunos casos. En términos generales, el 75 % de los DM's involucrados en la experimentación de ambos casos de estudio está conforme con el desempeño del modelo. De acuerdo con lo anterior, se concluye que integrar un modelo que caracterice el grado de satisfacción de un DM en el proceso cognitivo de un agente, mejora los resultados del proceso de toma de decisiones en contextos de optimización multicriterio.

Model of influence of the degree of satisfaction and personality in multicriteria preferential models for the creation of a virtual decision maker

Castro Rivera Jorge Antonio

Abstract

In this research work, the degree of satisfaction of a Decision Maker (Decision Maker, DM) was characterized by satisfaction and personality models from the literature. The above was carried out to develop a satisfaction model capable of influencing the cognitive process of a virtual agent in decision contexts. The proposed experimental design consists mainly of two case studies to evaluate the functioning of the satisfaction model. The first case study deals with the purchase of food products, where four DM's make purchases with/without the intervention of the satisfaction model. The second case study illustrates the formation of school schedules from the perspective of a student. In the case study of school schedules, 30 DM's participate and interact with a virtual coordinator who suggests schedules formed according to their interests. These individuals evaluate the performance of the model through a rating mechanism and a satisfaction survey. The results of the food purchase experimentation show that 83% of the cases that influence the decision-making of an agent with satisfaction produces results that are closer to the interests of the DM's. The results of the experimentation of the formation of school schedules indicate that 67% of the DM's (20 of 30) approve of the performance of the satisfaction model. That is, they approve the schedules suggested by the virtual coordinator, even exceeding their expectations or degree of satisfaction in some cases. In general terms, 75% of the DM's involved in the experimentation of both case studies are satisfied with the performance of the model. By the above, it is concluded that integrating a model that characterizes the degree of satisfaction of a DM in the cognitive process of an agent improves the results of the decision-making process in multicriteria optimization contexts.

Índice general

Resumen	VI
Abstract	VII
Índice de Tablas	XIII
Índice de Figuras	XIV
Nomenclatura	XV
1 Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Justificación	5
1.4 Preguntas de investigación e hipótesis	5
1.5 Organización del documento	7
2 Marco Teórico	8
2.1 Satisfacción personal	8
2.1.1 Modelos de satisfacción laboral	10
2.1.2 Modelos de satisfacción del cliente	13
2.2 Agentes virtuales inteligentes	15
2.3 Personalidad	19
2.4 Toma de decisiones	25
2.5 Problema de Cartera de Proyectos	27
3 Estado del Arte	29
3.1 Trabajos Relacionados con la Satisfacción y la Personalidad	29
3.2 Trabajos Relacionados con la Personalidad y Agentes Inteligentes	31
3.3 Resumen de los trabajos relacionados	34
4 Propuesta de solución	36

4.1	Análisis de la relación entre los modelos de la satisfacción laboral/cliente, agentes BDI y los modelos de personalidad	37
4.2	Arquitectura del proyecto	39
4.3	Contextos de decisión para evaluar la satisfacción mediante prototipos	66
4.3.1	Venta de productos alimenticios en línea	66
4.3.2	Elaboración del horario escolar de un estudiante	67
4.4	Implementación de los modelos de satisfacción y personalidad	67
4.4.1	Modelo de satisfacción personal	68
4.4.2	Modelo MPBCD-II	70
5	Experimentación	73
5.1	Diseño experimental	74
5.2	Caso de estudio de productos alimenticios	76
5.3	Caso de estudio de elaboración del horario escolar de un estudiante	77
5.4	Configuración de la metaheurística basada en preferencias, NOSGA-II	84
6	Análisis de resultados	85
6.1	Resultados de la experimentación del caso de estudio de compras de productos alimenticios	85
6.2	Resultados de la experimentación del caso de estudio de la elaboración de un horario escolar basado en la perspectiva de un estudiante	90
7	Conclusiones y Trabajos Futuros	103
7.1	Conclusiones	103
7.2	Trabajos Futuros	105
7.3	Contribuciones del trabajo de tesis	105
	Anexos	107
A	Cuestionario de satisfacción	108
B	Listado de profesores del caso de estudio de la formación de un horario escolar	109
C	Grado de dificultad de materias	113
D	Umbral de preferencias calculados con MPBCD-II utilizados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar	115
E	Cuestionario de preferencias del caso de estudio de la formación de un horario escolar	120

Bibliografía

122

Índice de Tablas

Tabla 2.1	Conceptos generales del modelo FFM-OCEAN (McCrae and John, 1992). . .	20
Tabla 2.2	Descripción de los enfoques de las dicotomías del modelo MBTI (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022).	22
Tabla 2.3	Descripción de las 16 etiquetas representativas de los perfiles de personalidad del modelo MBTI (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022).	22
Tabla 2.4	Temperamentos del modelo KTS basados en el modelo MBTI (Keirsey, 1998).	24
Tabla 3.1	Resumen de los trabajos relacionados expuestos en este capítulo.	35
Tabla 4.1	Relación de los elementos principales de los modelos de personalidad OCEAN, MBTI y KTS	45
Tabla 4.2	Cuantificación de los rasgos de personalidad por medio de las facetas de OCEAN y del test IPIP-NEO respondido por un individuo con el perfil <i>co-laborativo</i>	53
Tabla 4.3	Intensidad de los rasgos de decisión y de influencia de acuerdo a la Tabla 4.2.	54
Tabla 4.4	Intensidad de los rasgos de decisión y de influencia de acuerdo a la Tabla 4.2.	55
Tabla 4.5	Resultados del cálculo de influencia de los rasgos de decisión y de influencia.	55
Tabla 4.6	Características de un DM con un perfil de decisión cooperativo utilizadas en el ejemplo del cálculo de actualización de parámetros.	56
Tabla 4.7	Influencia de la personalidad P sobre la satisfacción S por medio de los parámetros <i>valor</i> , <i>igualdad</i> y <i>utilidad</i> de cada enfoque.	57
Tabla 4.8	Resultados de la influencia de los parámetros de satisfacción con los rasgos de personalidad.	58
Tabla 4.9	Conversión de los parámetros de satisfacción a una fracción porcentual. . . .	58
Tabla 4.10	Umbral de preferencia influenciados por los parámetros de satisfacción de la Tabla 4.9.	59
Tabla 4.11	Cálculo de la influencia de los parámetros de satisfacción con los rasgos en orden descendente con los umbrales λ , β , y ϵ	60
Tabla 4.12	Conversión de los parámetros de la satisfacción en un porcentaje moderado. .	60

Tabla 4.13	Tabla de resultados de los umbrales de preferencia influenciados por la satisfacción.	61
Tabla 4.14	Resumen de los umbrales de preferencia influenciados por la satisfacción y la personalidad.	61
Tabla 4.15	Representación de la petición inicial del DM al DV, ubicada en un contexto de compra de productos alimenticios.	63
Tabla 4.16	Alternativas de solución generadas por el proceso deliberativo con NOSGA-II en base a una lista solicitada por el DM (Tabla 4.15).	63
Tabla 4.17	Sustitución de valores en la ecuación 4.2.19.	64
Tabla 5.1	Listado de los productos utilizados en la experimentación con el caso de estudio de compra de productos alimenticios.	77
Tabla 5.2	Extracto de profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de un horario escolar.	78
Tabla 5.3	Materias utilizadas en la experimentación con el caso de estudio de formación de un horario escolar.	80
Tabla 6.1	Umbrales de preferencia resultantes de la aplicación del cuestionario de preferencia de Castro-Rivera (2018) en los cuatro DM bajo estudio	86
Tabla 6.2	Parámetros de personalidad correspondientes a cada perfil de decisión.	87
Tabla 6.3	Experimentación del impacto de la satisfacción en cuatro individuos con diferentes perfiles de decisión.	88
Tabla 6.4	Experimentación con cuatro perfiles de decisión usando ocho instancias de datos.	89
Tabla 6.5	Umbrales de tres DM con el perfil indagador calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias.	91
Tabla 6.6	Parámetros de satisfacción y personalidad correspondientes de cada individuo involucrado en el experimento de horarios escolares.	92
Tabla 6.7	Resultados de la experimentación de 7 estudiantes con el perfil de decisión optimista.	94
Tabla 6.8	Resultados de la experimentación de 3 estudiantes con el perfil de decisión indagador.	95
Tabla 6.9	Resultados de la experimentación de 7 estudiantes con el perfil de decisión colaborativo.	96
Tabla 6.10	Resultados de la experimentación con 13 DM con el perfil estricto.	98
Tabla 6.11	Resumen de los resultados de la experimentación de 30 estudiantes.	100
Tabla 6.12	Resumen de los resultados de la experimentación de 30 estudiantes.	102

Tabla 2.1	Profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de un horario escolar.	110
Tabla 2.2	Profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de horarios escolares.	111
Tabla 2.3	Profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de horarios escolares.	112
Tabla 3.1	Mecanismo de definición para la dificultad de la materia en el caso de estudio de formación de un horario escolar.	114
Tabla 4.1	Umrales de 7 DM con el perfil optimista calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias	116
Tabla 4.2	Umrales de 7 DM con el perfil colaborativo calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias	117
Tabla 4.3	Umrales de 10 DM con el perfil estricto calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias	118
Tabla 4.4	Umrales de 3 DM con el perfil estricto calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias	119

Índice de Figuras

Figura 4.1	Frecuencia de atributos en común entre los modelos de la satisfacción laboral/cliente y las teorías de la personalidad y BDI.	39
Figura 4.2	Diagrama general del proyecto de un AVI con el rol de un DV.	41
Figura 4.3	Diagrama general del proyecto de un AVI con el rol de un DV.	42
Figura 4.4	Modelo MPBCD-II y sus bloques de proceso.	43
Figura 4.5	Ejemplo del cálculo de los parámetros de personalidad basados en la satisfacción mediante el perfil de personalidad ENTJ.	47
Figura 4.6	Diagrama del modelo de satisfacción personal y la interacción de sus componentes.	49
Figura 5.1	Selección de materias para la formación del horario escolar.	81
Figura 5.2	Sugerencias del horario escolar generadas por el agente virtual basado en la solicitud del estudiante.	82
Figura 5.3	Estrategia de calificación del horario escolar generado por el agente virtual a través de estrellas.	83
Figura 5.4	Encuesta de satisfacción sobre el horario escolar aceptado por el estudiante.	83
Figura 1.1	Cuestionario responsable de reunir la información correspondiente al perfil de satisfacción del DM.	108

Nomenclatura

AVI	Agente Virtual Inteligente	2
BDI	Beliefs-Desires-Intentions	18
CP	Cartera de Proyectos	27
CR	Conjunto de Referencia	42
DM	Decision Maker	1
DV	Decisor Virtual	2
ECA	Embodied Conversational Agent, Agentes Conversacionales Personificados	3
FFM	Five Factor Model	19
IPIP-NEO	International Personality Item Pool-Neuroticism, Extraversion Openness	20
KTS	Keirsey Temperament Sorted	21
MBTI	Myers-Briggs Type Indicator	21
MPBCD	Modelo de Personalidad Bajo un Contexto de Decisión	32
NOSGA	Non-Outranking Sorting Genetic Algorithm, Algoritmo Genético de Ordenamiento No-Superado	26
OCEAN	Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism	19

Introducción

En las organizaciones y en la vida diaria, las decisiones se encuentran presentes en todo momento sin importar el nivel de complejidad de la tarea que se lleva a cabo. El proceso de toma de decisiones involucra diversos factores para la resolución de problemas de índole variable. El resultado de dicha decisión refleja el desempeño alcanzado con respecto a los objetivos deseados en un entorno de decisión. Es decir, refleja de alguna manera una métrica de satisfacción. En la actualidad, es común que los entes empresariales e instituciones recurran a estrategias que asistan a mejorar el desempeño de sus decisiones. Lo anterior por medio de modelos de optimización orientados a satisfacer sus necesidades.

En la literatura, el concepto de satisfacción es abordado principalmente desde la perspectiva comercial y laboral. El concepto de satisfacción, es un concepto de amplio significado que toma su valor a partir de los factores involucrados en la toma de decisiones. Estos factores son: las preferencias y la personalidad de los tomadores de decisión (Decision Maker, DM) . Dichos factores guían las decisiones hacia el resultado más aproximado a la satisfacción de los objetivos perseguidos dentro del contexto de decisión. Las preferencias representan las particularidades de un DM, por lo que son parte fundamental en la toma de decisiones. Estas particularidades son derivadas de la personalidad, debido a que caracterizan de manera importante el comportamiento de los individuos influyendo en sus preferencias. Además, dichas particularidades de la personalidad contribuyen en la definición del grado de satisfacción del DM.

Algunos trabajos de la literatura científica cuantifican la satisfacción desde el punto de vista laboral utilizando modelos de la personalidad sustentados en teorías de la psicología. Lo anterior con el propósito de conocer el grado de satisfacción de los empleados con respecto a su labor dentro de una organización. De esta manera, se da solución a las deficiencias, que de acuerdo con la hipótesis, si el empleado se encuentra con un alto grado de satisfacción, su desempeño será alto. Dicho desempeño se verá reflejado en el buen trato hacia el cliente y, por consecuencia, elevará la reputación de la organización y su producción. Otros trabajos abordan la búsqueda de la satisfacción desde la perspectiva del cliente o consumidor para comprenderlos y atender sus peticiones. Estas peticiones pueden abarcar desde la corrección del comportamiento del personal de la empresa, hasta la calidad de la mercancía o servicio que ofrece la organización. La búsqueda de la satisfacción desde cualquier ángulo y aplicación de estrategia, modelo o herramienta, siempre se encontrará relacionada de manera directa con la toma de decisiones.

Una de las estrategias aplicadas de forma recurrente en las organizaciones para la mejora del desempeño de las decisiones, es la aplicación de sistemas computacionales con rasgos de autonomía, como los agentes inteligentes. Un agente inteligente, particularmente un Agente Virtual Inteligente (AVI), es un agente compuesto por sensores y actuadores. Los sensores y actuadores le permiten al AVI responder en el medio contextual para el que fue desarrollado a través de una arquitectura. Una arquitectura de agentes sirve como medio de apoyo en la interacción de componentes, tales como, algoritmos, técnicas y modelos cognitivos o de optimización. Esto con la finalidad de exhibir un comportamiento social, reactivo, proactivo, racional o autónomo. Por ejemplo, en la asistencia de organizaciones con procesos de toma de decisiones, satisfacción y preferencias influenciadas por la personalidad del cliente, empleado o un experto en un rubro específico. De esta manera, será posible dar alcance a los objetivos establecidos en el contexto de decisión. Lo anterior por medio de la interacción social e inmersión ofreciendo soluciones cercanas a lo que le satisface a cada usuario.

En este trabajo de investigación, se propone modelar aspectos de la personalidad que influyan en las preferencias de un DM en procesos de toma de decisiones, asistiendo en la definición y caracterización de un modelo de satisfacción. Por medio de una arquitectura de agentes inteligentes se validará la congruencia del comportamiento de un DM virtual o DV (Decisor Virtual) aplicado en casos de estudio. Utilizando el trabajo de investigación de Castro-Rivera et al. (2019), será posible influir las preferencias de un DV en la toma de decisiones mediante las bases de su modelo de personalidad propuesto. Sin embargo, dicho modelo de personalidad no proporciona los suficientes aspectos o rasgos de la personalidad para caracterizar la satisfacción de un DV.

El decisor virtual será la representación gráfica de un DV en entornos virtuales de decisión. Esta representación virtual se desarrollará conforme a las bases sustentadas en los AVI o Agentes Conversacionales Personificados (Embodied Conversational Agent, ECA) . El AVI desarrollado contribuirá a la credibilidad de las entidades virtuales, aportando al área de la simulación del comportamiento de un DV en un contexto decisional. Por ejemplo, en los juegos serios (serious game), tales como, el desarrollo de conocimiento (tutores virtuales), desarrollo de capacidades (terapeutas virtuales), entre otros.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Generar un sistema computacional autónomo, es decir un agente inteligente, particularmente un AVI con rasgos de credibilidad, es una tarea que involucra una alta complejidad. Concebir agentes visualmente creíbles no es suficiente. Esto se refiere a que el comportamiento del agente debe ofrecer la misma credibilidad al encontrarse frente a diversas situaciones dentro del entorno. El comportamiento de cualquier entidad viviente se rige a través de las preferencias y de la personalidad, ofreciendo unicidad o individualidad particular. Lo anterior influye de alguna manera en el comportamiento externo y el estado interno (pensamiento, sentimientos, deseos y creencias), siendo perceptible en hechos observables en la toma de decisiones. Este tipo de procesos afectivos y cognitivos dan como resultado una actitud para la entidad virtual, añadiendo una mayor credibilidad en la emulación. La inclusión de este tipo de procesos representa una alta complejidad.

El trabajo presentado por Castro-Rivera et al. (2019) aborda dicha complejidad en la emulación por medio de modelos de preferencia y personalidad bajo una arquitectura de agentes inteligentes. Sin embargo, la influencia propuesta del comportamiento que ejerce su modelo de personalidad sobre las preferencias del DV, depende básicamente del concepto de tolerancia. Este concepto es un indicador de la flexibilidad de un DV para tomar decisiones que difieran de sus preferencias. Pretende resaltar cuánta indiferencia o preferencia permite un DV en sus decisiones.

En el presente trabajo de investigación se ha propuesto emular la personalidad desde la perspectiva de la satisfacción de los individuos. Este concepto engloba diversos aspectos de la personalidad para alcanzar una aproximación a la expectativa o grado de satisfacción bajo el entorno de decisión de un individuo. La tolerancia es uno de los aspectos de la personalidad que contribuye en el alcance de dicha expectativa de satisfacción. Dicho concepto de expectativa de satisfacción se encuentra en las situaciones comunes de la vida diaria. Por ejemplo, una persona muy estricta en su gusto por las prendas de vestir podría tardar mucho más tiempo en seleccionar algún producto que una persona más relajada. Es decir, la persona estricta tiene una expectativa de satisfacción más alta que la persona relajada. En otras palabras, lo anterior hace alusión a la siguiente hipótesis: entre más se aproxime el

producto elegido dentro del contexto de decisión a los gustos personales, mayor conformidad, acuerdo o grado de satisfacción manifestará la persona (calidad de la solución).

La tolerancia y los aspectos de la personalidad que se desprenden del grado de satisfacción podrían tener un impacto de gran relevancia, tanto en el proceso cognitivo, como en la emulación del comportamiento del DV. Debido a lo anterior, se requiere de investigar y analizar con mayor profundidad cuáles son aquellos aspectos del comportamiento humano que asistan en el alcance de la expectativa de satisfacción. Además, identificar cómo cuantificar y emular dichos aspectos en un modelo computable a través de agentes inteligentes.

1.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar el grado de satisfacción personal mediante modelos de satisfacción y de personalidad para influir en el proceso de toma de decisiones de un Decisor Virtual dentro de un contexto de optimización multicriterio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una arquitectura de agentes inteligentes que integre los modelos de preferencias, personalidad y grado de satisfacción para la creación de un DV.
- Desarrollar un modelo de caracterización de las preferencias de un DV para asistir en el proceso de la toma de decisiones multicriterio.
- Definir y caracterizar un modelo de optimización del grado de satisfacción personal a través de modelos de satisfacción de la literatura, rasgos y tipos de la personalidad para influir en las preferencias del DV en la toma de decisiones multicriterio y evaluar el desempeño de sus resultados a través de una métrica de satisfacción personal.
- Desarrollar y evaluar prototipos para demostrar el funcionamiento del proyecto del DV.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La interacción con entidades artificiales que demuestren un comportamiento congruente en base a un contexto, es uno de los objetivos que se mantiene presente en el conocimiento de los creadores de dichas tecnologías. En los seres vivos, la personalidad se encuentra dominante en todo momento y tiene un gran impacto sobre el comportamiento, las preferencias y las decisiones. Influir estas preferencias con diversos aspectos de la personalidad, puede generar resultados cercanos a la satisfacción de los individuos, debido a la esencia de su actitud o forma de ser. Esto podría producir entidades con un comportamiento congruente en situaciones del mundo real. Por ejemplo, en la emulación de expertos consultores, tutores, comerciantes virtuales, chat bots, entre otros.

El trabajo de investigación de Castro-Rivera et al. (2019) ha demostrado el funcionamiento de la emulación de un DV a través de un AVI bajo un contexto de compras en línea. Dicha investigación ha mostrado resultados favorables en la emulación de sujetos de prueba y la calidad de sus soluciones con una aceptable cercanía a lo solicitado originalmente por el DM. En la presente propuesta de investigación, se busca mejorar la calidad de los resultados mediante el ajuste de los parámetros preferenciales con rasgos de la personalidad. Estos aspectos o rasgos contribuirán a dar alcance a la expectativa o grado de satisfacción de un DM. Parte de sus expectativas se representan a partir de las características de su solicitud inicial dentro del contexto de decisión.

El beneficio de emular el grado de satisfacción de un DM en un modelo computable es el impacto directo sobre el área de la simulación de servicios y en la inteligencia artificial mediante AVI's. En otras palabras, integrar la satisfacción, personalidad y preferencias en el proceso cognitivo de un agente inteligente mejorará significativamente la toma de decisiones de un AVI, alcanzando el grado de satisfacción de un DM.

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

A manera de formalizar el problema que se busca modelar, se identifican los elementos principales para el desarrollo de un modelo de satisfacción mediante notación de literales: El desarrollo de un modelo de Satisfacción (M) requiere de modelos de Satisfacción (S) y Personalidad (P) de la literatura. Estos modelos asisten en la caracterización de una métrica del Grado de Satisfacción (G) que evalúe las Alternativas de Solución (L) de la toma de decisiones de Optimización Multicriterio (O). La toma

de decisiones se basa en las Preferencias (E) del DM integradas en el Proceso Deliberativo (D) de un Agente Virtual (A) que representa a un DV dentro de un Contexto de Optimización Multicriterio (C).

De acuerdo a lo anterior, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los atributos de la Personalidad (P) y los modelos de la Satisfacción (S) que permiten caracterizar un modelo de optimización del grado de satisfacción (M) que influya en las preferencias de un DV (A) en contextos de optimización multicriterio (C)?
2. ¿Cuáles son los atributos que permiten desarrollar una métrica de satisfacción (G) que evalúe el desempeño de los resultados (L) de la toma de decisiones multicriterio (O)?
3. ¿Cómo cuantificar los atributos que definen las preferencias (E) de un DV (A) para asistir en el proceso de toma de decisiones multicriterio (O)?
4. ¿Cuál es el impacto que tiene la integración de un modelo de satisfacción (M) en el proceso cognitivo de un DV (A)?
5. ¿Cuál es el impacto que tiene la personalidad (P) sobre las preferencias (E) y la satisfacción (S) del DV (A)?
6. ¿Qué tan relevante puede ser un modelo de optimización del grado de la satisfacción personal (M) en la simulación de comportamientos?
7. ¿Cuál es la arquitectura de agentes inteligentes cuyos atributos permiten integrar modelos de preferencia (O), personalidad (P) y del grado de satisfacción (M) para la creación de un DV (A)?

Como consecuencia de las preguntas de investigación y del objetivo general de este trabajo, surgen las hipótesis siguientes:

H_i Se puede caracterizar el grado de satisfacción (G) mediante los atributos cuantificados de satisfacción (S) y personalidad (P) para influir el proceso deliberativo (D) de un DV (A) en un contexto de optimización multicriterio (C), así como evaluar los resultados (L) de la toma de decisiones (O) con la métrica del grado de satisfacción (G), mejorando ampliamente el proceso cognitivo de un DV (A) al integrar un modelo de satisfacción personal (M).

H_0 No se puede caracterizar el grado de satisfacción (G) porque los atributos de satisfacción (S) y personalidad (P) no pueden cuantificarse para influir el proceso deliberativo (D) de un DV (A) en un contexto de optimización multicriterio (C).

H_a Se puede caracterizar el grado de satisfacción (G) mediante los atributos cuantificados de satisfacción (S) y personalidad (P) para influir proceso deliberativo (D) de un DV (A) en un contexto de optimización multicriterio (C), así como evaluar los resultados (L) de la toma de decisiones (O) con la métrica del grado de satisfacción (G), mejorando parcialmente el proceso cognitivo de un DV (A) al integrar un modelo de satisfacción personal (M).

1.5. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

La manera en que se encuentra organizado este documento, es la siguiente. Dentro del capítulo 2 se presenta el fundamento teórico que sustenta la realización de este proyecto. En el capítulo 3 se aborda el estado del arte con los trabajos relacionados con el proyecto propuesto en este documento. En el capítulo 4 se presenta la propuesta de solución al problema. En el capítulo 5 se expone la experimentación. En el capítulo 6 se presenta el análisis y los resultados de la experimentación. En el capítulo 7 se muestran las conclusiones y los trabajos futuros. El resto del documento presenta información anexa derivada de la investigación y la bibliografía.

Marco Teórico

2.1. SATISFACCIÓN PERSONAL

De acuerdo con Eustat (2019), el grado de satisfacción personal está relacionado con aspectos de la vida personal, tales como, la situación económica en el hogar, la vida personal y las condiciones de la vivienda. Wallace et al. (2007), menciona que los indicadores subjetivos del bienestar suelen ser la satisfacción con la vida y la felicidad. Algunos investigadores también han agregado el indicador del bienestar material, sosteniendo que la felicidad se encuentra más relacionada con la personalidad a nivel individual. Lo anterior orienta más la satisfacción hacia las condiciones económicas o estructuras de macro-nivel (Haller and Hadler, 2006; Peiró, 2002; Wallace et al., 2007).

La satisfacción personal es el estado más alto de bienestar y armonía interna que una persona puede llegar a alcanzar. Esto significa felicidad con la vida, paz mental por las acciones que se llevan a cabo y estar complacido por los resultados obtenidos. Normalmente las personas se conforman con llamar “satisfacción personal” a los logros impuestos por la sociedad. Por ejemplo, ascender de puesto en el empleo. En otras palabras, la satisfacción es la sensación de alegría, paz y bienestar por el cumplimiento de ciertos objetivos o logros. Estos logros pueden ser la autorrealización personal y la lucha por nuevas experiencias (Lucid, 2019).

En la mayor parte de los trabajos en la literatura, el concepto de satisfacción laboral es el más abordado con respecto a la satisfacción personal de los individuos. Visto desde un enfoque integrado, la satisfacción laboral se compone de procesos emocionales y cognitivos. Por medio de dichos procesos, el individuo evalúa su experiencia en el trabajo (Brief, 1998; Pujol-Cols and Dabos, 2018). La satisfacción laboral cognitiva surge de evaluar las características del trabajo de forma más consciente y de su comparación con un standard cognitivo (Moorman, 1993; Pujol-Cols and Dabos, 2018). Por otra parte, la satisfacción laboral afectiva o emocional, representa una respuesta emocional positiva del empleado hacia el trabajo como un todo (Pujol-Cols and Dabos, 2018; Spector, 1997).

Además del concepto de satisfacción laboral, otro de los conceptos recurrentes en la literatura es el concepto de la satisfacción del cliente. De acuerdo con Flores-Juárez (2019), la riqueza de las empresas proviene principalmente como resultado de tener a sus clientes satisfechos. Para conseguirlo, es necesario contar con procesos robustos y personal calificado.

El propósito de medir la calidad del cliente permite saber si las condiciones en que se desempeñan los procesos y el personal son las adecuadas y, de esta manera, predecir el consumo de las ventas. Por lo tanto, es relevante conocer la opinión de los consumidores sobre el servicio proporcionado (Flores-Juárez, 2019). Un buen servicio satisface las expectativas del usuario, por lo que es importante conocer su opinión y su grado de satisfacción. Este último elemento es el punto de partida de todo proceso de mejora para determinar de esta manera las fortalezas y debilidades en la prestación del servicio. Las mejoras deben basarse principalmente en el análisis de los puntos débiles (de Navarra, 2009). Por lo tanto, las organizaciones tienen que prestar interés absoluto hacia sus clientes adaptando los servicios lo más apegado posible a los deseos y necesidades de ellos. Esto con el objetivo de conseguir la satisfacción del cliente y su fidelización (González-Bolea et al., 2007). Los conceptos sobre la satisfacción del cliente se encuentran ilustrados a través de los modelos de satisfacción del cliente. Estos modelos se sustentan en la investigación de mercado y son clasificados como macro y micro-modelos (Hom, 2000).

En este trabajo de investigación, se busca construir un modelo de satisfacción que integre elementos relevantes de los modelos de la literatura de la satisfacción laboral y del cliente. El propósito de este modelo es el de representar la satisfacción de los individuos desde el punto de vista de la toma de decisiones. Además, se pretende integrar aspectos de la personalidad como una guía para influenciar las preferencias y la satisfacción del DM. Lo anterior con el propósito de optimizar el alcance del grado de satisfacción a través de una arquitectura de agentes inteligentes. A continuación se presentan los modelos de la satisfacción laboral y del cliente más recurrentes en la literatura.

2.1.1. Modelos de satisfacción laboral

Los modelos de la satisfacción laboral tratan de integrar el sentimiento afectivo de un individuo frente al desenvolvimiento de su trabajo. Por ejemplo, en la Teoría del Afecto de Locke (1976), se involucra el sentir de los individuos con respecto a su trabajo. Esta teoría demuestra que los empleados reaccionan emocionalmente a las cosas que les suceden en el trabajo y que esto influye en su desempeño y satisfacción en el trabajo. Además, la personalidad destaca una respuesta intensa de los individuos a eventos presentados en su trabajo (Mallareddy, 2015).

Por otra parte, la Teoría de la Disposición (Rajam, 2014), es un enfoque general que sugiere que las personas tienen disposiciones innatas que les hacen tener tendencias hacia un cierto nivel de satisfacción, independientemente del trabajo. Un modelo significativo que redujo el alcance de dicha teoría fue el modelo de autoevaluaciones básicas propuesto por Judge et al. (1998). En este modelo, Judge argumentó que hay cuatro autoevaluaciones básicas que determinan la disposición de uno hacia la satisfacción laboral: la autoestima, autoeficacia general, locus de control y neuroticismo. Este modelo establece que los niveles más altos de autoestima (el valor que uno le atribuye a sí mismo) y la autoeficacia general (la creencia en la propia competencia) conducen a una mayor satisfacción laboral. Tener un lugar de control interno (creer que uno tiene control sobre su propia vida) conduce a una mayor satisfacción laboral. Finalmente, los niveles más bajos de neuroticismo conducen a una mayor satisfacción laboral.

De acuerdo con Peretomode (2006), existen más enfoques que abordan la satisfacción laboral desde el aspecto particular de la motivación. Por ejemplo, la Teoría de Dos Factores de Frederick Herzberg intenta explicar la satisfacción y la motivación en el lugar de trabajo, afirmando que la satisfacción y la insatisfacción son impulsadas por diferentes factores: factores de motivación e higiene. Los factores motivadores se refiere a aquellos aspectos del trabajo por lo que las personas quieren desempeñarse y les satisface (logros en el trabajo, reconocimiento, oportunidades de promoción). Por otra parte, los factores de higiene incluyen aspectos del entorno laboral, como el salario, las políticas de la empresa, las prácticas de supervisión y otras condiciones de trabajo.

Hay más teorías y modelos que integran el enfoque motivacional, tales como el Modelo de Expectativas de Porter and Lawler (1968), la Teoría de la Comparación, la Teoría Goal-Setting y la Teoría del Valor de Locke (abordadas en el trabajo de Mallareddy (2015)). En resumen, el Modelo de Expectativas de Porter y Lawler va más allá de la fuerza motivacional y considera el desempeño como un todo. Señalan que el esfuerzo realizado (fuerza de motivación) no conduce directamente al desempeño. El esfuerzo está mediado por habilidades, rasgos individuales y por las percepciones

de los roles de la persona. Porter y Lawler ven la motivación, la satisfacción y el desempeño como variables separadas, y en contraste con el enfoque de relaciones humanas, que tendía a suponer que la satisfacción laboral conduce a un mejor desempeño. Porter y Lawler sugieren que la satisfacción es un efecto más que una causa del desempeño, es decir es el desempeño lo que conduce a la satisfacción laboral.

En el caso de la Teoría de la Comparación, puede decirse que es una extensión de la explicación de la motivación de Porter and Lawler (1968). Se concreta como un modelo de satisfacción de facetas, debido a que considera la satisfacción con varios componentes o facetas de un trabajo, tales como la supervisión, el pago o el mismo trabajo. El modelo de Lawler especifica que los trabajadores comparan lo que sus trabajos deberían proporcionar de manera general. Por otra parte, la investigación de Edwin Locke y sus asociados establecieron más claramente la utilidad de la teoría Goal-Setting (Mallareddy, 2015) en un contexto motivacional, debido a que la teoría de la motivación de Locke supone que el comportamiento es el resultado de objetivos e intenciones conscientes. Al establecer metas para las personas en la organización, estas pueden influir en su comportamiento. En la versión original de la teoría Goal-Setting, se esperaba que, la “dificultad del objetivo” y la “especificidad del objetivo” configuraran el desempeño, proporcionando un medio importante para mejorar la motivación de los empleados. La teoría del valor de Locke enfatiza la motivación de la satisfacción laboral como una relación entre los resultados del trabajo realizado en comparación con el resultado deseado. Es decir, la satisfacción es alta cuando el empleado(a) recibe resultados que le parecen valiosos. Al enfatizar los valores, la teoría de Locke sugiere que la satisfacción laboral puede derivarse de muchas fuentes (Aswathappa, 2008).

Es posible encontrarse con teorías que consideran las necesidades de los individuos como el punto de partida. La Teoría de las Necesidades de Maslow, es una teoría que también puede considerarse como motivacional. Sin embargo, enfatiza las necesidades humanas y conforme se satisfacen las necesidades más básicas, los individuos desarrollan necesidades y deseos más elevados (Acosta-Oviedo, 2012).

La Teoría del Cumplimiento es otra teoría que da énfasis a la satisfacción de necesidades. De acuerdo con Brown (2009) y Mallareddy (2015), Vroom (1964) desarrolló dos modelos de teoría de satisfacción de necesidades: sustractivo y multiplicativo. El modelo sustractivo sugiere que la satisfacción laboral depende de la diferencia entre las necesidades de los trabajadores y el grado en que el trabajo satisface esas necesidades; y el modelo multiplicativo incluye la necesidad de importancia de los trabajadores. En este modelo, el grado percibido en que un trabajo satisface las necesidades de los trabajadores se multiplica por la importancia de la necesidad para el trabajador (Vroom, 1964).

Algunas teorías y modelos se concentran más en los atributos del trabajo en sí, tales como el Modelo de las Características del Trabajo y la Teoría de la Sobrecarga y Baja Carga de Comunicación. De acuerdo con Rajam (2014), Hackman y Oldham proponen el Modelo de Características del Trabajo, que se utiliza ampliamente como marco para estudiar cómo las características particulares del trabajo impactan en los resultados del trabajo, incluida la satisfacción laboral. Este modelo establece que existen cinco características centrales del trabajo que impactan en tres estados psicológicos críticos, además de influir en los resultados del trabajo.

En la explicación de la Teoría de la Sobrecarga y Baja Carga de Comunicación, los individuos en una organización pueden experimentar una sobrecarga de comunicación excesiva y falta de comunicación que puede afectar su nivel de satisfacción laboral. La sobrecarga de comunicación puede ocurrir cuando un individuo recibe demasiados mensajes en un corto período de tiempo o mensajes más complejos de procesar. La comunicación de carga baja puede ocurrir cuando se envían mensajes por debajo de la capacidad del individuo para procesarlos. En resumen, la Teoría de la Sobrecarga y Baja Carga indica que si un individuo no recibe suficientes aportes en su trabajo, es más probable que el individuo se sienta insatisfecho, agravado e infeliz con su trabajo, lo que conduce a un bajo nivel de satisfacción laboral (Heery and Noon, 2001; Rajam, 2014).

Otra de las formas en que las teorías y modelos toman sus planteamientos, es a partir de la consideración de las emociones de los individuos. La Teoría del Afecto de Locke (1976), mencionada anteriormente, es una de las teorías que entra en este apartado emocional, debido a que en esta teoría los cambios emocionales influyen en la satisfacción y el desempeño del trabajo, así como La Teoría de la Disposición. En esta teoría, el estado emocional guía la búsqueda de la satisfacción con tendencia a niveles altos de la misma. De acuerdo a la literatura, La Teoría de la Equidad, La Teoría de la Discrepancia y La Teoría del Ajuste Laboral, son otras de las teorías que explotan los elementos emocionales en la satisfacción laboral. Por ejemplo, la Teoría de la Equidad (Adams, 1965) afecta el estado de ánimo al existir desigualdad entre grupos o individuos. En esta teoría, una persona identifica sus entradas o ganancias y las compara con la salida o las cosas dadas, produciendo de esta manera, una relación entrada/salida. Posteriormente, la entrada/salida es comparada con la de otras personas observando si hay equidad. Esta teoría sugiere que, si un individuo cree que existe una desigualdad entre dos grupos sociales o individuos, es probable que la persona se angustie porque la relación entrada/salida no es igual.

En el caso de la Teoría de la Discrepancia (Kumar, 2016), pretende explicar la fuente de ansiedad y abatimiento, las cuales son producidas por el bajo desempeño de una persona al incumplir

con sus responsabilidades. Según esta teoría, todos los individuos comprenden sus obligaciones y responsabilidades para una función en particular.

Por otro lado, la Teoría del Ajuste Laboral (Fit-Job), desarrollada por John Holland (Deng et al., 2007), la satisfacción con el trabajo es más alta y la rotación o los despidos son más bajos cuando la personalidad y la ocupación están en armonía. En otras palabras, las personas sociales deberían estar en trabajos sociales, las personas convencionales en trabajos convencionales, etc. Una persona considerada como realista en un trabajo realista se encuentra en una situación más congruente que una persona realista en un trabajo de investigación. Una persona realista en un trabajo social se encuentra en una situación posiblemente más congruente. Esta teoría asocia niveles de extroversión y amabilidad para describir a las personas. Por ejemplo, una persona con un alto nivel de extroversión encajan mejor con culturas agresivas y orientadas al equipo. Las personas con un alto grado de amabilidad se combinarán mejor con un clima organizacional de apoyo que con uno centrado en la agresividad; y que las personas con alta apertura a la experiencia encajan mejor en organizaciones que enfatizan la innovación en lugar de la estandarización (Judge and Cable, 1997; Mallareddy, 2015). Si las organizaciones siguen estas pautas en el momento de la contratación, esto debería conducir a la selección de nuevos empleados que se ajusten mejor a la cultura de la organización. Lo anterior debería dar como resultado una mayor satisfacción de los empleados y una menor recontractación. Una manera de reconocer estos aspectos de armonía entre la personalidad y la ocupación, es la aplicación del test RIASEC (Realistic, Investigative, Artistic, Social, Enterprising, Conventional) CTE, 2022. RIASEC es una prueba de ubicación vocacional reconocida, la cual toma los principios de la Teoría del Ajuste Laboral (Fit-Job).

2.1.2. Modelos de satisfacción del cliente

Los modelos de la satisfacción del cliente provienen de la literatura de mercado bajo conceptos relacionados, tales como valor, calidad, comportamiento de queja y lealtad. Estos modelos son: los macro y micro-modelos (Hom, 2000).

Los macro-modelos proporcionan el contexto estratégico para el estudio de la satisfacción del cliente comparando estándares de desempeño de diversos servicios. Estos estándares afectan positiva y negativamente la satisfacción del cliente, además de teorizar la satisfacción entre conceptos relacionados con el marketing. Estos modelos destacan la satisfacción del consumidor y no del comprador, el hecho de que la satisfacción es un sentimiento cambiante que depende de las circunstancias. Este sentimiento se compone por umbrales, tanto a nivel inferior (insuficiencia), como a nivel superior (exceso). Los macro-modelos abordan la satisfacción a través de conceptos generalizados que describan el proceso

de satisfacción del cliente en la adquisición de su servicio-producto (s-p). Existen 4 macro-modelos distintos de la satisfacción del cliente: el modelo tradicional, los basados en cadena de valor, los modelos de dos niveles de satisfacción y calidad percibida y los modelos de fuentes de satisfacción del cliente.

El modelo tradicional de la satisfacción del cliente destaca lo siguiente: 1) El desempeño percibido del servicio-producto (s-p); 2) estándares de comparación del s-p; 3) La desconfirmación percibida, que evalúa el desempeño percibido por medio de los estándares de comparación, repercutiendo en un efecto positivo (resultado satisfactorio), negativo (insatisfacción) o nulo; 4) el sentimiento de satisfacción; 5) resultados de los sentimientos de satisfacción, que pueden implicar la aprobación/desaprobación y recomendación del s-p.

Los modelos de la satisfacción basados en cadena de valor destacan el concepto de valor como fuerza principal en la elección y relación entre s-p y su satisfacción. Existen otros modelos que también se basan en este enfoque, con la diferencia de que utilizan el juicio costo-beneficio por parte de los consumidores (Hom, 2000; Oliver, 1999).

Los modelos de dos niveles de satisfacción y calidad percibida se componen por la vinculación de la satisfacción general, satisfacción casual y calidad percibida, destacando un nivel de satisfacción global (satisfacción general del servicio) en contraste con la construcción de un componente de nivel de satisfacción casual, ayudando a explicar los resultados de encuestas que indiquen diferentes niveles de satisfacción por un servicio próximo a experimentar por el consumidor.

Los modelos de fuentes de satisfacción del cliente son capaces de diferenciar entre la calidad de servicio técnico y el servicio percibido, así como la comparativa entre el servicio esperado y el percibido. Este modelo consta de un ciclo de retroalimentación que influye en la satisfacción, donde, la experiencia previa de un consumidor se refleja en otros datos de entrada con la finalidad de dar forma a la satisfacción actual con cierto servicio.

Por otra parte, los micro-modelos se encargan de observar los elementos de la satisfacción del cliente de manera más directa, permitiendo al analista o investigador operar adecuadamente las mediciones de la satisfacción del cliente, lo que da soporte y validez a la encuesta de satisfacción final. La literatura de investigación de mercado cubre de manera amplia los elementos que conforman el concepto de satisfacción del cliente, tales como desconfirmación de expectativas, equidad, atribución, afecto y arrepentimiento.

Los micro-modelos de la satisfacción del cliente se numeran en 7 tipos de modelos. Estos modelos son: 1) el modelo de desconfirmación de expectativas, que domina la investigación relacionada con la satisfacción y se encuentra basada en creencias sobre el nivel de desempeño que proporcionará el s-p. 2) Modelo de desempeño percibido, donde, la expectativa juega un rol de menor importancia en la satisfacción y se basa en el desempeño del s-p. Si el desempeño es positivo, las expectativas del consumidor son descontadas en su reacción posterior al consumo del s-p. 3) Modelos de normas, que utilizan estándares de comparación para conocer lo que debería suceder y no para predecir una expectativa. 4) Modelos de procesos múltiples, donde, los consumidores usan más de un estándar de comparación para formar un juicio de (des)confirmación sobre alguna experiencia con un s-p. 5) Modelos de atribución, que se guían por el concepto de casualidad percibida en el desempeño de un s-p dentro del proceso de satisfacción. Utilizan 3 factores para determinar la atribución en la satisfacción, los cuales son: casualidad, estabilidad y capacidad de control. 6) Modelos afectivos, en los que la emoción, el gusto y el estado de ánimo influyen en la satisfacción del consumidor. 7) Modelos de equidad, que enfatizan la actitud del consumidor sobre tratos justos en el proceso de consumo, utilizando el concepto de relación de equidad (esfuerzo) y comparación social (desempeño de otros consumidores).

2.2. AGENTES VIRTUALES INTELIGENTES

Un agente es una entidad que percibe su ambiente a través de sensores y actuadores respondiendo en dicho ambiente por medio de efectores (Russell et al., 2010). Un Agente Virtual Inteligente (AVI) es un agente inteligente compuesto por la estructura general de un agente. Un AVI se distingue por ser una representación digital visual con elementos que le permiten ser capaz de llevar a cabo una conversación. Además, tiene la capacidad de exhibir un comportamiento y comunicación con humanos o interlocutores virtuales a través de medios verbales y no verbales. Estos medios pueden ser los gestos faciales y el habla (Morales-Rodríguez et al., 2010).

Los AVI tienen la finalidad de cumplir tareas, objetivos o servicios específicos. Dichos objetivos pueden involucrar procesos de Inteligencia Artificial (IA), como aprendizaje y razonamiento cognitivo mediante algoritmos y modelos computables. Dichos algoritmos y modelos otorgan al AVI la capacidad de toma de decisiones, integración de preferencias, estado emocional y personalidad.

El propósito principal de la investigación humana-virtual consiste en capturar la riqueza y la dinámica del comportamiento humano. La construcción de un humano virtual requiere de un esfuerzo multidisciplinario que relaciona problemas tradicionales de la IA con otros problemas. Estos problemas

abarcan desde los gráficos por computadora hasta las ciencias sociales. A través de las herramientas gráficas de animación, ciertas bases en psicología y teorías de la comunicación, se busca la transmisión adecuada del comportamiento verbal, no verbal, las emociones y la personalidad (Gratch et al., 2002). Todas las características presentadas hasta el momento, dan como resultado el desarrollo de los AVI o también conocidos como Agentes Conversacionales Personificados (Embodied Conversational Agent, ECA).

Los AVI o ECA son personajes virtuales que participan en interfaces de computadoras. Los ECA pueden variar su apariencia desde seres imaginarios, animales o humanoides, cuyas representaciones pueden ser en gráficos 2D o 3D (Buisine, 2004). Dichos agentes también pueden interactuar con los usuarios vía voz, gestos y expresiones faciales (Buisine and Martin, 2009). Estos agentes pretenden mejorar la naturaleza e intuición de la interacción humano-máquina, en especial cuando se trata de contextos de aprendizaje. De acuerdo a Piña Alvarado and Perozo (2018), también es posible incorporar emociones.

Morales-Rodríguez et al. (2008) considera que un personaje virtual capaz de producir un estilo social interactivo similar al humano, debería proporcionarle al usuario una cercanía a la dinámica real del entorno físico y social. Por lo tanto, producir un sentido de inmersión emocional, provoca de alguna manera el desvanecimiento de la incredulidad a través del sentimiento de inmersión (Bates, 1994). Los ECA son definidos como aquellos que tienen las mismas propiedades de los seres humanos en conversaciones de este tipo.

De acuerdo con Cassell et al. (1999), las propiedades de los ECA incluyen la capacidad de reconocer y responder a la entrada verbal y no verbal. También tienen la capacidad de generar resultados verbales y no verbales. Cuentan con el uso de funciones de conversación como toma de turnos, retroalimentación, entre otros. Además, es posible integrar un modelo de desempeño que permita la negociación del proceso conversacional y contribuciones de nuevas proposiciones al discurso.

Los ECA son personajes virtuales que pueden ser clasificados como agentes racionales debido a su grado de inteligencia. Los ECA Pueden ser más creíbles si integran procesos cognitivos, rasgos de personalidad, emociones, objetivos e intenciones. Lo anterior puede resultar en la generación de un comportamiento más complejo y creíble para el agente. Los ECA se encuentran dirigidos por un agente de software o modelo computacional encargados de ejecutar el comportamiento del ECA (Bailenson and Blascovich, 2004).

De acuerdo con Wooldridge (2002), "Un agente es un sistema computacional que está situado en algún ambiente y que es capaz de actuar autónomamente en dicho ambiente con el fin de cumplir con

sus objetivos”. Para Coloma Garofalo et al. (2020), “Un agente es una entidad de software que realiza algunas operaciones en nombre de un usuario u otro programa con cierto grado de independencia o autonomía, y al hacerlo, emplea cierto conocimiento o representación de los objetivos o deseos del usuario”.

Es posible caracterizar varios tipos de agentes de acuerdo a sus atributos (responsables de definir su comportamiento) enfocados en la resolución de un problema determinado (Julián and Botti, 2000). La teoría de agentes es la encargada de caracterizar a los agentes a través de dicho conjunto de atributos. Es importante mencionar que no necesariamente un agente debe de poseerlas en su totalidad.

Según Iglesias-Fernández (1998), algunas de las propiedades son las siguientes: autonomía, sociabilidad, reactividad, proactividad, movilidad, veracidad, benevolencia y racionalidad. La autonomía significa que los agentes pueden operar sin la intervención de humanos o de otros agentes. La sociabilidad indica que los agentes son capaces de interactuar con otros agentes (humanos o no) a través de un lenguaje de comunicación entre agentes. La reactividad es la capacidad de percibir estímulos de su entorno y reaccionar a dichos estímulos. La proactividad se refiere a agentes que tienen un carácter emprendedor y pueden actuar guiados por sus objetivos.

La movilidad es la capacidad de un agente de trasladarse a través de una red telemática. En la veracidad un agente no comunica información falsa a propósito. La benevolencia se refiere a un agente que está dispuesto a ayudar a otros agentes si esto no entra en conflicto con sus propios objetivos. La racionalidad indica que un agente actúa de forma racional, intentando cumplir sus objetivos si son viables. Todos los componentes o propiedades requeridos para el funcionamiento de un agente, son integrados a través de una arquitectura de agentes.

Las arquitecturas de agentes describen la forma en que son interconectados entre sí los módulos de software/hardware que le permiten al agente exhibir la conducta definida por la teoría de agentes. Existe un gran número de arquitecturas que se clasifican según las capas de acceso (horizontales y verticales) (Iglesias-Fernández, 1998; Müller et al., 1994). También pueden clasificarse por el tipo de procesamiento empleado o grado de inteligencia en reactivas, deliberativas e híbridas (Iglesias-Fernández, 1998; Wooldridge, 2002).

Las arquitecturas reactivas cuestionan la viabilidad del paradigma simbólico y proponen seguir un enfoque conductista a través de un modelo de estímulo-respuesta. Estas arquitecturas no tienen un modelo del mundo simbólico como un elemento central de razonamiento. Tampoco utilizan un razonamiento simbólico complejo. Dichas arquitecturas mantienen una serie de patrones que se activan bajo ciertas condiciones de los sensores y tienen un efecto en los actuadores (Iglesias-Fernández, 1998).

Las arquitecturas deliberativas siguen la corriente de la IA simbólica que se encuentra basada en la hipótesis de los sistemas de símbolos físicos enunciada por Newell y Simons. Dicha hipótesis es capaz de manipular estructuras simbólicas que representan conductas inteligentes (Iglesias-Fernández, 1998). Este tipo de arquitecturas es considerada como la más prometedora dentro del desarrollo de agentes inteligentes. Por tal motivo, la arquitectura deliberativa tiene la mayor difusión en la literatura científica. Esta arquitectura se reconoce normalmente como BDI (Beliefs-Desires-Intentions). Lo anterior se debe a que posee un conjunto de creencias, deseos e intenciones (García et al., 2004). Moulin and Chaib-draa (1996), así como Wooldridge (2002), clasifican los tipos principales de las arquitecturas deliberativas en arquitecturas intencionales y sociales.

Se entiende por creencia como la representación del conocimiento que el agente tiene sobre sí mismo y su ambiente. Los deseos son el conjunto de objetivos que el agente pretende alcanzar a largo plazo, de acuerdo a su capacidad de recursos. Es decir, el agente no puede cumplir con todos los objetivos a la vez. En estos casos, las intenciones dan soporte y representan a los objetivos que en cada momento intenta cumplir el agente.

Las arquitecturas deliberativas pueden clasificarse como horizontales, debido a que los estímulos que se reciben del exterior son procesados en capas de distinto nivel de abstracción. Finalmente, el nivel superior ejecuta las acciones o indica a las capas inferiores que la lleven a cabo (Iglesias-Fernández, 1998).

En el caso de las arquitecturas híbridas son formadas a través de la combinación de procesos o módulos, tanto reactivos como deliberativos. Los módulos reactivos se encargan de procesar a aquellos estímulos que no requieren deliberación. Los módulos deliberativos determinan las acciones que deben aplicarse con la finalidad de satisfacer los objetivos del agente. Además, este tipo de arquitecturas pueden implementar, tanto capas de acceso horizontales como verticales (Iglesias-Fernández, 1998).

Con los fundamentos presentados hasta el momento es posible modelar una arquitectura de agentes que integre elementos creíbles y racionales al comportamiento del agente. Lo anterior se realiza con el uso de temáticas representativas, como lo pueden ser, el proceso de toma de decisiones, teorías de la personalidad y el alcance de la satisfacción.

2.3. PERSONALIDAD

La personalidad es vista comúnmente como el conjunto de comportamientos que constituyen la individualidad de una persona y es utilizada regularmente para describir y clasificar el comportamiento de una persona. La personalidad incluye el comportamiento externo de la persona (gestos, comportamientos y hechos observables) y su experiencia interior (deseos, pensamientos, sentimientos y creencia). El comportamiento externo producirá hechos observables en el entorno (Polaino-Lorente et al., 2003).

La personalidad tiene la capacidad de influir la actitud y el comportamiento. La actitud es definida por dos aspectos inseparables: el aspecto afectivo y el aspecto cognitivo. Ambos aspectos se manifiestan en la acción de los individuos. Por lo tanto, la actitud se define como el grado del efecto positivo o negativo asociado sistemáticamente con la respuesta de una persona a una clase bien definida de objetos psicológicos (Lind, 1984).

Los estudios sobre la personalidad se encuentran sustentados en las Teorías de la Personalidad fundamentadas en la psicología. Las Teorías de la Personalidad explican el comportamiento de los humanos mediante dos enfoques de estudio: los rasgos y los tipos de personalidad (Ahrndt et al., 2015). Ambos enfoques pretenden describir la personalidad de los individuos a través de sus fortalezas, debilidades, preferencias de actuar y su estado emocional.

Rasgos de personalidad

En el desarrollo de los sistemas que interactúan con personas (emuladores/simuladores del comportamiento humano), las emociones no pueden ser ignoradas. Esto debido a su influencia en la interacción, ya que constituyen una parte decisiva en el razonamiento humano y el comportamiento. Especialmente si la parte decisiva puede ser influenciada por el estado emocional del agente (Pérez-Pinillos et al., 2013). Los enfoques más comunes para la conceptualización de la personalidad toman en cuenta los rasgos que caracterizan a la personalidad (McCrae and John, 1992). Los rasgos son las unidades de personalidad que tienen un valor predictivo (Pigott, 2012).

Según Pérez-Pinillos et al. (2013), en la psicología contemporánea existen cinco factores o dimensiones de la personalidad conocidos como The Big Five Factors (Goldberg, 1993). Estos factores han sido científicamente definidos para describir la personalidad humana en el nivel más alto de organización. Los rasgos de The Big Five Factor también son conocidos como un modelo descriptivo de la personalidad llamado Five Factor Model (FFM). El modelo FFM también es conocido como OCEAN (Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism) (Costa and McCrae, 2008; McCrae and John, 1992) por las iniciales de las dimensiones que lo conforman.

Los cinco factores del modelo FFM se derivan de un análisis de cuestionarios y adjetivos que indican las fortalezas y debilidades de cada rasgo a través de niveles (alto-bajo) (McCrae and John, 1992). Según McCrae and John (1992) y Penn-State (2018), de cada una de las cinco dimensiones o factores del modelo OCEAN se derivan seis facetas, que son: 1) Extraversión: amabilidad, gregarismo, asertividad, nivel de actividad, búsqueda de emociones y alegría. 2) Amabilidad: confianza, moralidad, altruismo, cooperación, modestia y simpatía. 3) Conciencia: autoeficacia, orden, responsabilidad, esfuerzo/capacidad de logro, autodisciplina y cautela. 4) Neuroticismo: ansiedad, ira, depresión, timidez, inmoderación y vulnerabilidad. 5) Apertura: imaginación, intereses artísticos, emotividad, audacia, intelecto y liberalismo.

Los valores de las dimensiones y facetas de OCEAN se obtienen a través del cuestionario IPIP-NEO (International Personality Item Pool-Neuroticism, Extraversion & Openness). IPIP-NEO es una prueba aceptada en todo el mundo como uno de los cuestionarios más respetados y precisos (Penn-State, 2018). El cuestionario IPIP-NEO tiene dos versiones, una completa con 300 preguntas y una versión corta con 120 preguntas. A través de sus resultados es posible conocer los niveles de cada uno de los rasgos o factores y facetas de personalidad correspondientes de cada individuo. La Tabla 2.1 describe los niveles de las dimensiones que conforman el modelo OCEAN.

Tabla 2.1: *Conceptos generales del modelo FFM-OCEAN (McCrae and John, 1992).*

Factor/Dimensión	Descripción	Nivel bajo	Nivel alto
Openness	Apertura a nuevas experiencias.	Sin ilusión, convencional, conformista.	Imaginativo, original, curioso.
Conscientiousness	Eficiencia, planeación y organización.	Negligente, perezoso, desorganizado.	Consciente, trabajador, organizado.
Extraversion	Corresponde a la extraversión.	Solitario, callado, pasivo.	Unido, platicador, active.
Agreeableness	Grado de amabilidad.	Suspicaz, crítico, irritable.	Confiado, comprensivo, bondadoso.
Neuroticism	Lo opuesto a la estabilidad emocional.	Calmado, inexpresivo.	Preocupado, temperamental, emocional.

En los trabajos que implican un AVI o ECA, los rasgos de personalidad han sido aplicados de manera recurrente. Lo anterior con la finalidad de ofrecer realismo e inmersión en la interacción con el usuario. En esta investigación, las facetas de OCEAN se utilizarán como parte de la propuesta para calcular los elementos de la personalidad que representen la satisfacción de un individuo durante el proceso de decisión.

Tipos de personalidad

Los tipos de personalidad representan otro de los enfoques que conceptualizan la personalidad. En este enfoque, cada uno de los humanos presenta una visión diferente del mundo, dejando claro que cada individuo es único e independiente en su comportamiento (Salvit and Sklar, 2012). Es decir, un modelo de personalidad basado en tipos pretende describir las características del comportamiento humano que constituyen la individualidad.

Existen modelos de la personalidad que emplean la teoría de Jung. Dicha teoría consta de 3 dicotomías que explican cómo los humanos se distinguen de la forma en que perciben su entorno e interactúan con otros individuos. Además, explican cómo toman sus decisiones basado en los tipos de personalidad (Salvit and Sklar, 2012). De manera general, los modelos de la personalidad basados en tipos son: MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022) y el modelo de los temperamentos de Keirsey (Keirsey Temperament Sorted, KTS) (Keirsey, 1998), que se basa en MBTI .

En el modelo MBTI, los individuos reciben un etiquetado abreviado formado por 4 letras con las que es posible formar 16 etiquetas (perfiles de personalidad). Esta etiqueta también se forma a partir de la información generada por un cuestionario. Esta etiqueta describe la actitud preferida de las personas para interactuar con el medio ambiente a través de enfoques particulares expresados por dicotomías. Estos elementos son clave para la construcción de nuevos aspectos de la personalidad bajo un enfoque de satisfacción personal, lo que es la base fundamental requerida en esta propuesta de investigación.

De los enfoques de actitud del modelo MBTI, se destacan los siguientes: la forma en que un individuo toma sus decisiones (razón o sentimiento) y el estilo de vida (usa el juicio y la percepción). La función de estos enfoques resulta de interés para el desarrollo de nuevos atributos y emociones de la personalidad. Estos enfoques servirán para guiar el comportamiento de un perfil de personalidad y el alcance del grado de satisfacción en un contexto de toma de decisiones. La Tabla 2.2 muestra los enfoques particulares de las dicotomías del modelo MBTI. La Tabla 2.3 muestra las 16 etiquetas formadas por las dicotomías, además de su descripción.

Tabla 2.2: Descripción de los enfoques de las dicotomías del modelo MBTI (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022).

Enfoque	Dicotomía	Descripción de la preferencia	Preferencia
Actitud	E (Extraversion)	Energético con el mundo.	Iniciador, expresivo, activo.
	I (Introversión)	Enfocado hacia la reflexión interna.	Receptivo, reservado, tranquilo.
Percepción de información	S (Sensing)	Vive en el presente percibiendo realidades.	Concreto, realista, práctico.
	N (iNtuition)	Sigue su inspiración en base a hechos globales y realidades a futuro.	Abstracto, imaginativo, teórico.
Decisiones	T (Thinking)	Decide de forma imparcial basado en lógica.	Lógico, razonable, crítico, firme.
	F (Feeling)	Decide de forma personal en bases sociales.	Empático, compasivo, tolerante.
Estilo de vida	J (Judging)	Enfrenta al mundo mediante juicio, orden, organización, planificación y control.	Sistemático, planeador, metódico.
	P (Perceiving))	Enfrenta al mundo mediante percepción, adaptabilidad, flexibilidad, espontaneidad.	Informal, abierto, espontáneo.

Tabla 2.3: Descripción de las 16 etiquetas representativas de los perfiles de personalidad del modelo MBTI (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022).

Etiqueta	Descripción	Etiqueta	Descripción
ENFJ	Enérgico, empático. Ayuda al prójimo.	INFJ	Se impulsa por sus principios para ayudar.
ENFP	Imaginativo. Ve la vida llena de posibilidades.	INFP	Leal a sus valores. Sensible y curioso.
ESFP	Animado. Valora el sentido común.	ISFP	Amistoso y servicial. Evita conflictos.
ESFJ	Sensible y cooperativo. Ayuda a los demás.	ISFJ	Considerado y leal a lo tradicional.
INTJ	Perfeccionista. Hace las cosas a su manera.	ENTJ	Fuerte y decisivo. Asume el liderazgo fácil.
INTP	Gran capacidad de análisis para problemas flexibles.	ENTP	Ingenioso solucionador de problemas. Lee las personas.
ISTP	Lógico y analítico en la causa y efecto.	ESTP	Enérgico buscador de emociones.
ISTJ	Tranquilo, práctico y lógico.	ESTJ	Práctico y de hechos. Implementa planes.

El modelo KTS es un cuestionario autoevaluado diseñado para ayudar a las personas a entender su personalidad. KTS se basa en MBTI y utiliza las mismas combinaciones de elementos para formar los perfiles o las etiquetas. La diferencia que tiene con MBTI es que detalla aún más la personalidad, dando más elementos, como el temperamento, el rol y la variante de rol.

La mayor contribución del modelo KTS en el presente trabajo de investigación de tesis, es precisamente los temperamentos. Dichos temperamentos proporcionarán una guía relevante para el modelado de nuevos aspectos de la personalidad en torno a la satisfacción de los individuos ante situaciones de toma de decisiones. En resumen, la aplicación del cuestionario KTS tiene como objetivo proporcionar una identidad representativa (perfil) de los individuos que interactúan en un contexto de decisión y posteriormente modelar su satisfacción. La Tabla 2.4 muestra los conceptos que conforman el modelo KTS, dónde es posible apreciar las bases de su estructura de acuerdo al modelo MBTI.

Tabla 2.4: Temperamentos del modelo KTS basados en el modelo MBTI (Keirsey, 1998).

	Temperamento	Rol	Variante de rol
Concreto-abstracto	Cooperativo o utilitario	Informativo o directivo	Expresivo o atento
		Conservador (SFJ): Soporte.	Proveedor (ESFJ): Facilitador
	Guardián (SJ): Logístico.	Administrador (STJ): Regulador.	Protector (ISFJ): Garantiza
			Supervisor (ESTJ): Impone
Observador (S)	Artesano (SP): Táctico.	Animador (SFP): Improvisador.	Artista (ESFP): Demuestra.
		Operador (STP): Agilizador.	Compositor (ISFP): Sintetiza.
	Idealista (NF): Diplomático.	Abogado (NFP): Mediador.	Promotor (ESTP): Convince.
			Creador (ISTP): Instrumenta.
Introspectivo (N)	Mentor (NFJ): Desarrollador.	Abogado (NFP): Mediador.	Campeón (ENFP): Motivador.
			Sanador (INFP): Conciliador.
	Rational (NT): Estratégico.	Ingeniero (NTP): Constructor.	Maestro (ENFJ): Educador.
		Coordinador (NTJ): Organizador.	Consejero (INFJ): Guía.
		Inventor (ENTP): Idea.	
		Arquitecto (INTP): Diseñador.	
		Mariscal (ENTJ): Movilizador.	
		Sabio (INTJ): Cuestiona y supone).	

Los modelos de personalidad revisados en esta sección son capaces de describir la personalidad de un DM. Estos modelos aportan elementos relevantes sobre el comportamiento y preferencia de actuar. Dichos elementos son suficientes para derivar el grado de satisfacción de los individuos e influir en sus preferencias. Sin embargo, es necesario proveer de una estrategia de solución que incorpore las preferencias. Además, que asista en evidenciar el impacto e influencia de la personalidad sobre las preferencias y dentro del entorno de decisión.

2.4. TOMA DE DECISIONES

La toma de decisiones es un proceso de selección entre un conjunto de alternativas de acción para cumplir uno o múltiples objetivos (Hurtado and Bruno, 2005). Este proceso de toma de decisiones se concibe como la elección por parte de un centro decisor (sistema de apoyo a la decisión o un grupo de individuos). Esta elección se realiza sobre lo mejor o más relevante entre las posibles alternativas existentes en un determinado contexto decisional (Bastiani-Medina, 2017).

El acto de tomar una decisión inicia al identificar y definir el problema, por último seleccionar una de las alternativas de solución con respecto al resultado de una decisión (Ruiz-Martínez, 2013). Para obtener dichas alternativas puede ser empleada una función de utilidad mediante algún método de superación (outranking) tomando posiblemente una forma cualitativa y cuantitativa. El análisis cualitativo se encuentra basado en el razonamiento y la experiencia del decisor. El análisis cuantitativo se concentra en hechos asociados al problema describiendo los objetivos, restricciones y relaciones del problema a través de expresiones matemáticas. Por último, se toma la decisión basada en la evaluación de los resultados (Sánchez-De La Paz, 2016), es decir del conjunto de soluciones factibles se elige la solución óptima (Hurtado and Bruno, 2005).

Los métodos basados en un enfoque de superación son parte importante dentro del análisis y la decisión multicriterio. Estos métodos son una herramienta analítica de gran potencial para desarrollar sistemas multi-objetivos de distinta naturaleza y resolver los conflictos. De esta manera, lograr un equilibrio entre estos sistemas, mejorando la comprensión de los procesos de decisión (Bastiani-Medina, 2017).

Un problema de decisión multicriterio es considerado como tal cuando existen al menos dos criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución. Trata de identificar la(s) mejor(es) alternativa(s) de solución considerando dichos criterios en competencia de forma simultánea. Los criterios pueden encontrarse en conflicto (Hurtado and Bruno, 2005).

Los modelos basados en la optimización de problemas de decisión multicriterio tienen su origen en la investigación operativa, que también es conocida como investigación de operaciones. La investigación operativa se define como la ciencia de aplicar los recursos disponibles para alcanzar la satisfacción óptima de una meta u objetivo en particular. Los modelos de optimización multicriterio integran características como la predección, comparación de los resultados, estrategias de azar y de riesgo (Ramos et al., 2010). Entre las disciplinas típicas de la investigación operativa se encuentra la teoría de la decisión (Hillier and Lieberman, 2010; Ramos et al., 2010; Taha, 2004), la optimización

multiobjetivo (García-Sabater and Maheut, 2016), los algoritmos metaheurísticos, la lógica difusa, entre otras (Ramos et al., 2010).

Los métodos metaheurísticos son de especial interés en este trabajo de investigación, debido a la manera de dar alcance en el óptimo global por medio de mecanismos específicos. Algunos de estos mecanismos son: algoritmos evolutivos (genéticos, entre otros), recocido simulado (simulated annealing), búsquedas Heurísticas (tabú, aleatoria y avariciosa) (Hillier and Lieberman, 2010).

El enfoque a seguir en esta propuesta de investigación son los métodos metaheurísticos, debido a que se desea abordar problemas que involucren diversos criterios e integración de las preferencias de un DM. De acuerdo con lo anterior, el problema de cartera de proyectos puede asistir en la solución de este tipo de competencia de los recursos disponibles conforme al contexto mediante un algoritmo genético evolutivo. Tanto los métodos metaheurísticos como el problema de cartera de proyectos, servirán como apoyo en la búsqueda de la propuesta del grado de satisfacción personal por medio de sus resultados.

Por el lado del tema de las preferencias, el modelado de las preferencias es un área de trabajo que se considera dentro de la toma de decisiones y está enfocada a representar las preferencias de un DM (Doyle, 2004; Öztürk et al., 2003). Estas preferencias pueden incorporarse dentro de una búsqueda metaheurística con fines de guiarla hacia la RoI (Región de Interés) o frontera de Pareto más cercana a las preferencias del DM (Coello-Coello et al., 2007; Rivera-Zárte, 2011). En esta propuesta de investigación es de gran interés la forma en que el DM proporcione los valores para los parámetros de un modelo capaz de construir relaciones de superación difusas (Cruz-Reyes et al., 2013, 2014; Fernández et al., 2010, 2011a, 2013).

Existen algunas estrategias de solución de problemas multicriterio que integran las preferencias del decisor, tales como HHGA-SPP (Hyper-Heuristic Genetic Algorithm for Social Portfolio Problem), RPM (Robust Portfolio Modeling) y NOSGA-II (Non-Outranking Sorting Genetic Algorithm, Algoritmo Genético de Ordenamiento No-Superado). Dichos algoritmos devuelven un subconjunto de soluciones compromiso (entre 2 y 10) que se acercan más a satisfacer las preferencias del decisor. Dicho subconjunto se deriva del frente de Pareto. En este trabajo de investigación de tesis, se aplica el algoritmo NOSGA-II, el cual incorpora preferencias (Rivera-Zárte, 2011), además de ser uno de los más populares de la literatura.

El algoritmo NOSGA-II es un algoritmo genético evolutivo aplicado a problemas multicriterio. Explora el concepto de superación (Outranking) con la finalidad de integrar las preferencias del decisor establecidas a priori. El objetivo de NOSGA-II es aumentar la presión selectiva hacia las soluciones más satisfactorias buscando soluciones estrictamente no superadas con el fin de integrar las preferencias

de un decisor. NOSGA-II es una versión mejorada de su antecesor NOSGA (Fernández et al., 2011a). NOSGA-II permite reducir el espacio de soluciones a través de las relaciones de dominancia. Un espacio reducido permite dirigir la búsqueda hacia un subconjunto de soluciones o Región de Interés (Region of Interest, RoI) que concuerde con las preferencias del decisor. Lo anterior evitará hacer una búsqueda exhaustiva en todo el frente de Pareto, facilitando al tomador de decisiones elegir la solución que más le parezca conveniente (Fernández et al., 2011a,b).

Los métodos de superación (Outranking), utilizados por NOSGA-II, se usan para identificar a aquellas alternativas con más probabilidades de ser preferibles sobre las alternativas que son incomparables o indiferentes en sus criterios. Los métodos Outranking son muy útiles en las alternativas con muchos y diferentes criterios. Estos métodos pueden modelar conocimiento imperfecto de un conjunto de datos, teniendo en cuenta los umbrales de indiferencia y preferencia (Liao and Xu, 2014; Mayor-Ríos, 2015).

Dos de los métodos de superación más recurridos en la literatura son: ELECTRE (Elimination and (et) Choice Translating Algorithm) (Roy, 1996) y PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) (Brans and Vincke, 1985; Coello-Coello et al., 2007). En esta investigación, el método abordado es el método ELECTRE-III con lógica difusa. Este método puede integrarse con NOSGA-II. En el campo de optimización con el problema de Cartera de Proyectos (CP), el sistema propuesto por Fernández (Fernández et al., 2013), ha demostrado importantes beneficios abordando este tipo de problemas en particular (Rivera-Zárate, 2011).

En este trabajo de investigación serán modeladas las preferencias de un DM a través de una estrategia de solución como NOSGA-II. Dicha estrategia permite la integración de preferencias para posteriormente, influir dichas preferencias con la personalidad y el grado de satisfacción del DM.

2.5. PROBLEMA DE CARTERA DE PROYECTOS

Carazo et al. (2010) definen a un proyecto como un proceso temporal, único e irrepetible que persigue un conjunto específico de objetivos que tiene un costo asociado. Además, pertenece a un área, región, entre otros conceptos. Dicho conjunto se encuentran compitiendo por el recurso que la organización pone a disposición. Los grupos de carteras de proyectos deben compararse para seleccionar la cartera que más aporte, esto de acuerdo a los objetivos y/o criterios de la organización.

El problema de Cartera de Proyectos (CP) tiene sus bases en el conocido modelo de asignación 0–1 para el problema estacionario de selección de proyectos. Este modelo de asignación es muy recurrente y objeto de estudio en la literatura especializada (Carazo et al., 2010; Fernández et al., 2011a, 2013). De acuerdo con Cooper and Kingston (1995), el problema de CP es considerado como un caso especial dentro de los problemas de programación de horarios (problema de asignación de recursos de tipo timetable o scheduling). Además, el problema de CP pertenece a los problemas con complejidad NP-Duro.

En este trabajo será aplicada una metaheurística multicriterio con relaciones de superación difusas. De esta manera, su proceso será influido por medio del modelo de satisfacción propuesto, así como la evaluación de los resultados obtenidos.

Estado del Arte

En esta sección se presentan trabajos que utilizan algunos de los modelos expuestos anteriormente. El propósito de esta sección es la comparativa entre los trabajos relacionados y las expectativas de este proyecto. La manera en que se organizaron dichos trabajos fue en dos secciones: trabajos relacionados con la satisfacción y la personalidad (sección 3.1), y trabajos relacionados con la personalidad y agentes inteligentes (sección 3.2). En la sección 3.3 se muestran los trabajos revisados en las secciones anteriores, en conjunto con el trabajo de investigación de este documento. Lo anterior tiene la finalidad de visualizar a manera de resumen los modelos abordados en cada trabajo de investigación para lograr emular el comportamiento humano.

3.1. TRABAJOS RELACIONADOS CON LA SATISFACCIÓN Y LA PERSONALIDAD

Esta sección expone los trabajos que integran modelos de la personalidad de la literatura para explicar la relación entre la personalidad y la satisfacción. De esta manera, dichos trabajos contribuyen a la emulación del comportamiento humano.

En el caso del trabajo de Piskóti and Nagy (2015), analiza los métodos para medir la orientación del cliente hacia su satisfacción, así como el aumento de su valor y lealtad. Su propuesta de modelo

de gestión de satisfacción del cliente se desarrolla en base a los resultados de la investigación de la medición de la satisfacción del cliente en diferentes industrias. Este modelo de satisfacción al cliente utiliza la aplicación de modelos de la literatura. Lo anterior con el propósito de reformular su propuesta de modelo orientado al cliente en conjunto con diferentes técnicas de medición de la satisfacción. Estas técnicas son el valor del cliente, matriz de satisfacción-importancia y el modelo de Miskolc. Las técnicas mencionadas facilitan la implementación de una estrategia de marketing orientada al cliente.

En el caso del trabajo de de Haan (2018) presentan una perspectiva distinta de cómo la personalidad de los empleados influye en la satisfacción del cliente. Esta personalidad es añadida en un chatbot debido a que, según su investigación, los clientes reflejan mayor satisfacción si el chatbot refleja una personalidad. El modelo de personalidad de la literatura implicado en el chatbot es el modelo FFM. La investigación hecha en este trabajo fue por medio de una encuesta, mostrando que las empresas participantes no valoraban los rasgos de la personalidad distintos de los empleados y los chatbots. Esto reveló resultados diferentes de acuerdo a los estudios de la literatura abordados en este trabajo. En dichos estudios de la literatura, la extraversión, la amabilidad y la conciencia fueron identificadas como las dimensiones más importantes e influyentes en la satisfacción del cliente. Sin embargo, a partir de los resultados de la encuesta, las empresas no consideraron todas las dimensiones como importantes. Por lo tanto, se concluyó que las empresas deben continuar explorando sus estudios sobre los chatbots y la influencia de la personalidad sobre la satisfacción del cliente.

Los autores del trabajo de de Oliveira et al. (2013) proponen un modelo conceptual que explica las relaciones existentes entre la personalidad y la satisfacción con los servicios de telefonía móvil (llamadas, mensajes, entre otros). Su estudio aplica el modelo FFM y mide los efectos directos e indirectos por medio de dos variables: uso real del móvil y usabilidad percibida de servicios. En este estudio se destaca el impacto positivo y negativo de los rasgos de la personalidad en ambas variables bajo análisis y el cómo afectan en la satisfacción.

Continuando con la relación de la satisfacción y la personalidad, Seltzer et al. (2017) examinan las relaciones de la satisfacción y la personalidad en el trabajo y la vida diaria. Explican cómo se relacionan ciertos rasgos globales del modelo de la personalidad, el Big Five y la satisfacción. Para examinar dichas relaciones, aplicaron un modelado de variables latentes bifactoriales. Utilizaron como entrada más de 20 muestras para examinar contribuciones independientes de los rasgos de la personalidad, ya sea de forma general o única en torno a la relación de satisfacción laboral. Los hallazgos de esta investigación contribuyen a la literatura en cuanto a la cuantificación de la personalidad y las teorías que involucran la personalidad en el trabajo.

En el estudio de Judge et al. (2002), informan los resultados de un meta-análisis que vincula los rasgos del modelo de personalidad FFM con la satisfacción laboral en general. Utilizando dicho modelo como marco organizativo, clasificaron 334 correlaciones de 163 muestras independientes según el modelo, asignando puntajes estimados con la satisfacción laboral a los rasgos de personalidad. Los resultados indicaron que el FFM es una base fructífera para examinar temas relacionados con la satisfacción laboral.

Por otra parte, los autores Henriques-Silva and Fernandes (2011) presentan una investigación que determina los factores clave de calidad que influyen en la satisfacción del estudiante en la educación superior. Aplican un análisis factorial que identifica nueve factores de calidad. Este análisis se centra en la recopilación de datos por medio de una encuesta, evaluando los servicios académicos de la institución. Dicho análisis demuestra que en general los estudiantes se encuentran satisfechos con dichos servicios, esto de acuerdo al modelo de Satisfacción-Importancia propuesto en su investigación. Este modelo trata de promover elementos de mejora al alcance de los directivos de la institución. Esto con el fin de llevarlos a la práctica, generando mayor eficiencia en los servicios y en consecuencia la satisfacción de los estudiantes. Dicho trabajo no toma en cuenta las características de la personalidad. Sin embargo, es una aportación para la literatura que estudia la satisfacción.

3.2. TRABAJOS RELACIONADOS CON LA PERSONALIDAD Y AGENTES INTELIGENTES

Esta sección muestra los trabajos que integran la personalidad en un agente inteligente, particularmente en un agente virtual. Dicha integración tiene el propósito de contribuir a la aproximación de la emulación del comportamiento humano.

En el trabajo de Morales-Rodríguez (2007), la emulación del comportamiento humano se propone mediante un concepto de interfaces emocionales y sociales para agentes conversacionales personificados (ECA) en el contexto de terapia virtual. En su aportación, un terapeuta virtual interactúa con un paciente guiándolo y motivándolo a realizar sus ejercicios terapéuticos para su rehabilitación. Sus intenciones son generar un sentido de inmersión en el paciente a través de la expresión emocional de una presencia virtual social, estimulando la participación del paciente durante la terapia.

El objetivo principal del trabajo de Morales-Rodríguez (2007) es construir un personaje emocional inteligente capaz de modificar su estado emocional de acuerdo a las acciones y actitudes de su interlocutor. Es decir, podría reaccionar de forma positiva o negativa a ciertos estímulos. Estas actitudes

las transmite a través de lenguaje verbal, paraverbal y no verbal. En el modelo del agente, la actitud se encuentra influenciada por un perfil de personalidad, estado interno del personaje, la percepción e interpretación de las actitudes del interlocutor, el protocolo de diálogo y los objetivos e intenciones de las tareas del personaje.

En el trabajo de Villarreal-Hernández et al. (2019) se presenta una propuesta conceptual de un agente negociador que manifieste reacciones realistas de la personalidad y el estado emocional por medio de su comportamiento. Esta propuesta se encuentra centrada en la búsqueda de objetivos utilizando creencias, deseos e intenciones en un sistema de negociación multi-agentes con personalidad y emociones. De esta manera, modela el comportamiento cooperativo de un agente adaptativo individual, donde las emociones son causa de estímulos externos (experiencias con otros agentes).

El desarrollo del agente se encuentra distribuido en tres etapas, tales como interpretación, estrategia y acción. La etapa de interpretación se basa en modelos emocionales y de personalidad, realizando un análisis de las respuestas capturadas del proceso de negociación. Lo anterior para determinar si las acciones y diálogos recibidos son adecuados o agradables. Es decir, si el agente considera continuar con la negociación y actualizar su estado emocional, su estrategia de negociación y los tipos de diálogo. En este trabajo se espera que la negociación produzca efectos en la colaboración entre agentes para observar el impacto de la personalidad y las emociones sobre el comportamiento del agente. En pocas palabras, se espera un comportamiento amistoso o, en su defecto, un comportamiento más exigente o antagonico.

En el trabajo de Castro-Rivera et al. (2019) se ha realizado un análisis de relación entre los modelos FFM, MBTI y KTS para generar un modelo de personalidad. Dicho modelo describe e influye con la personalidad las preferencias del usuario en contextos de toma de decisiones. Esta relación se obtiene a partir de las similitudes en las descripciones de los elementos de cada uno de los modelos. Es decir, los niveles de los factores de OCEAN y los enfoques de las dicotomías de MBTI-KTS, producen un perfil de decisión que caracteriza el comportamiento del individuo en sus decisiones.

El modelo de personalidad de Castro-Rivera et al. (2019) es conocido como MPBCD (Modelo de Personalidad Bajo un Contexto de Decisión) . De acuerdo al modelo MPBCD, los perfiles de decisión que describen a un Decisor Virtual (DV) en un entorno de decisión son: Optimista/relajado, Colaborativo, Indagador y Estricto. Este modelo requiere de un corpus que represente las preferencias del usuario dentro de un contexto específico, además de información derivada de la personalidad, la cual se obtiene mediante cuestionarios. El MPBCD aporta aspectos de la personalidad, tales como la intensidad de la actitud y la tolerancia en las decisiones. Dichos aspectos, por medio de los perfiles de

decisión, describen qué tan indiferente o estricto es un DV al tomar decisiones un tanto distintas a su preferencia.

En el estudio de Bayram and Aydemir (2017) se examina las relaciones de estilos de la toma de decisiones y los rasgos de personalidad entre un grupo de hombres y mujeres estudiantes universitarios. Para realizar dicho estudio utilizaron el modelo de personalidad Big Five para dar respaldo a la idea del efecto de la personalidad sobre los estilos de toma de decisiones. Esto ha revelado en los resultados de este estudio el papel relevante de la personalidad en la toma de decisiones.

En el caso de Bozkurt (2015), ha desarrollado un modelo basado en agentes y una simulación de toma de decisiones en la resolución de problemas de las personas con diferentes perfiles de personalidad. Esto para reforzar la idea de que dicha aplicación de perfiles de personalidad aumenta la productividad de la empresa, así como la satisfacción del individuo. Estos perfiles son desarrollados por el modelo PPI (The Philosophical Profile of the Individual) (Bozkurt et al., 2007), cuyas dimensiones son probadas y validadas por medio de un cuestionario. Los resultados obtenidos indican que las personas con perfiles moderados tienen mejores capacidades para enfrentar problemas complejos, logrando prácticamente resolver todo el problema. Por otra parte, los perfiles en condiciones extremas no podrían resolver los problemas. Esto indica que tener una fuerte predisposición no es la forma idónea para abordar problemas complejos.

La aportación del trabajo de Bozkurt (2015) radica en la forma en cómo se perfilan los individuos y la simulación que se construye. Esto con objeto de comprender la resolución de problemas complejos, así como el desarrollo del modelo basado en agentes y la evaluación del perfil filosófico de un individuo. Esto tendría un impacto significativo en el cuerpo del conocimiento existente, tanto en las ciencias sociales, como en la simulación de comportamientos.

Por otra parte, Jager and Janssen (2003) abordan la satisfacción mediante un modelo que considera las necesidades humanas en torno a la satisfacción en la toma de decisiones. Dicho modelo se le conoce como Consumat. Consumat utiliza conceptos como la tolerancia a la incertidumbre en las decisiones, así como niveles altos y bajos de aspiración, los cuales impactan directamente la necesidad de satisfacción del agente. Consumat no considera elementos de la personalidad. Sin embargo, es una aportación importante de la literatura de los agentes y la satisfacción.

A través de los conceptos mencionados con anterioridad, Consumat puede aplicar seis heurísticas diferentes para la toma de decisiones del agente. Esto permite definir niveles altos y bajos de satisfacción de necesidades del agente y de incertidumbre, lo que determina mayor o menor esfuerzo cognitivo durante el proceso de toma de decisiones.

La finalidad de dicho procedimiento es alcanzar un nivel mayor de satisfacción de necesidades evaluando su desempeño con respecto al de otros agentes con habilidades similares. Lo anterior de acuerdo a los niveles de satisfacción e incertidumbre hasta encontrar una estrategia que satisfaga las necesidades del agente. Es decir, Consumat tiene la idea de sociabilidad en términos de agentes capaces de aplicar estrategias de razonamiento para lograr el éxito de sus acciones en relación con el éxito resultante de las acciones de otros agentes.

3.3. RESUMEN DE LOS TRABAJOS RELACIONADOS

De acuerdo con los trabajos revisados en las secciones 3.1 y 3.2, se observa que la mayoría integran entre uno y dos modelos relacionados con las áreas de estudio presentadas a lo largo de este documento. Es decir, la personalidad, agentes virtuales inteligentes, satisfacción y preferencias.

A manera de resumen, se observa que el 36 % de los trabajos relacionados con esta investigación integra una sola de las áreas de estudio en su proyecto a través de un modelo. Dónde, el 20 % se enfoca en la personalidad, 20 % en preferencias, 20 % en agentes y el 40 % en la satisfacción. Por otro lado, el 43 % de los trabajos integra dos modelos en su investigación, uno por cada área de estudio. De dichos trabajos, el 50 % de los trabajos considera la integración de la satisfacción y la personalidad en su proyecto, mientras que el otro 50 % incluye la personalidad y agentes. Finalmente, el 21 % de los trabajos integra tres modelos, uno por área de estudio. Dónde, el 34 % considera la satisfacción, personalidad y agentes, y el 66 % incluye la personalidad, agentes y preferencias. La Tabla 3.1 presenta los trabajos relacionados con esta investigación y los modelos de cada área de estudio utilizados en su propuesta.

De acuerdo con la literatura revisada, fue posible observar la omisión de características importantes para emular el comportamiento humano, resaltando la omisión de la satisfacción y preferencias en sinergia con las demás características. Los trabajos que involucraron la satisfacción en sus proyectos integraron en su mayoría únicamente a la personalidad. Solo uno de los trabajos, además de la personalidad, integró una arquitectura de agentes, la cual no es de las más recurrentes en la literatura. Por otra parte, solo uno de los trabajos involucra las preferencias (toma de decisiones) en conjunto con la personalidad y agentes.

Este trabajo de investigación propone el desarrollo de un modelo que refleje el grado de satisfacción de un individuo en la toma de decisiones integrando modelos recurrentes de la literatura por

cada área de estudio. Lo anterior con el propósito de representar de una manera más aproximada el comportamiento humano mediante un modelo computable.

Tabla 3.1: Resumen de los trabajos relacionados expuestos en este capítulo.

<i>Modelo de satisfacción</i>	<i>Modelos de personalidad</i>	<i>Arquitectura de agentes</i>	<i>Modelo de preferencias</i>	<i>Trabajos relacionados</i>
Enfoque laboral	FFM	---	---	(Judge et al., 2002)
---	---	BDI	---	(Jager and Janssen, 2003)
---	FFM	BDI	---	(Morales-Rodríguez, 2007)
Enfoque del cliente	---	---	---	(Henriques-Silva and Fernandes, 2011)
Enfoque del cliente	FFM	---	---	(de Oliveira et al., 2013)
Enfoque del cliente	---	---	---	(Piskóti and Nagy, 2015)
---	Propuesto (PPI)	Propuesta (NetLogo)	---	(Bozkurt, 2015)
Enfoque laboral	The Big Five	---	---	(Seltzer et al., 2017)
---	The Big Five	---	---	(Bayram and Aydemir, 2017)
Enfoque del cliente	FFM	Propuesta	---	(de Haan, 2018)
---	FFM, MBTI, KTS	BDI	NOSGA-II	(Castro-Rivera et al., 2019)
---	MBTI	BDI	---	(Villarreal-Hernández et al., 2019)
---	---	---	Modelo propuesto difuso	(Boloş et al., 2019)
---	MBTI	BDI	ELECTRE-III	(Delgado-Hernández et al., 2020)
Enfoque laboral y del cliente	FFM-MBTI-KTS-MPBCD	BDI	NOSGA-II	Este trabajo

Propuesta de solución

En esta sección se presenta la propuesta de solución que consiste en caracterizar el grado de satisfacción mediante la modelos de la satisfacción y personalidad de la literatura para influir el proceso deliberativo de un Decisor Virtual (DV). Por medio de la métrica del grado de satisfacción serán evaluados los resultados de la toma de decisiones, demostrando por medio de la experimentación que el proceso cognitivo de un DV mejora ampliamente al integrar un modelo de satisfacción.

El diseño de la arquitectura del DV se basa en la arquitectura BDI (Belief, Desire, Intentions). La selección de los modelos de satisfacción fue realizada mediante un análisis de la relación entre los modelos de la satisfacción laboral-cliente y sus semejanzas entre la teoría de agentes y la teoría de la personalidad. En dicha arquitectura se explicita el rol de la satisfacción integrando elementos de la personalidad (rasgos, tipos, emociones), elementos cognitivos y simbología del mundo real. Lo anterior de acuerdo a lo indicado en la teoría de agentes BDI (Iglesias-Fernández, 1998). En esta sección también se presenta de manera general la arquitectura del Agente Virtual Inteligente (AVI) de este proyecto. La arquitectura propuesta esta compuesta por los módulos del proceso deliberativo, modelo de personalidad y el modelo de satisfacción, dónde estos últimos influenciarán al proceso deliberativo para mejorar la toma de decisiones.

Dentro de la arquitectura, el proceso deliberativo cuenta con una estrategia de solución que integra las preferencias del DV. El modelo de personalidad es una evolución del modelo MPBCD

(Modelo de Personalidad Bajo un Contexto de Decisión) del trabajo de Castro-Rivera et al. (2019), al cual se aportan nuevos parámetros del comportamiento. Por último, el modelo de satisfacción ha sido desarrollado incluyendo la esencia de los macro y micro-modelos de la satisfacción del cliente para dar alcance a la expectativa de satisfacción del DV. Lo anterior genera los parámetros de la satisfacción y complementan a los parámetros de la personalidad. Estos parámetros en conjunto tienen el propósito de reajustar los parámetros de preferencia. Dicho reajuste guiará el proceso deliberativo mediante la influencia de la personalidad sobre las preferencias y la expectativa de satisfacción del DV.

4.1. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MODELOS DE LA SATISFACCIÓN LABORAL/CLIENTE, AGENTES BDI Y LOS MODELOS DE PERSONALIDAD

Esta sección tiene como propósito mostrar el análisis de la relación de los conceptos de los modelos de la satisfacción laboral y del cliente, los modelos de personalidad y las arquitecturas de agentes inteligentes deliberativas BDI. Los modelos de la satisfacción seleccionados marcan la pauta para el desarrollo de un modelo de satisfacción capaz de mejorar el proceso cognitivo de un agente virtual produciendo mejores resultados en un contexto de optimización. Un modelo con estas características explicita la satisfacción y la personalidad de los individuos.

La relación de los conceptos entre dichos modelos (satisfacción, personalidad y agentes) se hizo visualizando las similitudes entre los características principales de cada teoría o modelo. De acuerdo con lo anterior, se observa que los modelos de la satisfacción laboral con más características en común con las teorías de la personalidad y de agentes BDI son: la teoría del ajuste laboral y la teoría de la comparación. La teoría del ajuste laboral (enfoques emocionales) y la teoría de la comparación (enfoques motivacionales) tienen un 30% de características en común con las teorías de la personalidad y BDI. En el caso de los modelos del cliente, el modelo tradicional tiene el 40% de características en común con las teorías de la personalidad y BDI. El modelo de cadena de valor y el modelo de equidad tienen un 35% de características en común con dichas teorías.

Los datos de esta relación indican que cerca del 43% de los modelos de la satisfacción laboral tienen características en común con las teorías de la personalidad y BDI. Dichos modelos en su mayoría tienen un enfoque emocional que influye en el desempeño de la satisfacción laboral. Es decir, las emociones son parte del estado de ánimo de los individuos y de alguna manera se relacionan con su personalidad. Lo anterior define quién es el individuo y cómo se comporta en el entorno. Esto se

relaciona directamente con el concepto de creencias (Beliefs, B en las arquitecturas BDI de agentes), visto en la teoría de agentes BDI.

La influencia de las emociones en el proceso cognitivo se representan con las intenciones (Intentions, I en BDI). Las intenciones aproximan el alcance de la expectativa de satisfacción. La expectativa de satisfacción es representada por los deseos (Desires, D en BDI). También es posible encontrar conceptos, tales como “percepción”, “entorno” y la recopilación de datos de entrada de manera implícita para el funcionamiento del modelo. Estos conceptos se relacionan con las creencias (B) del agente. Conceptos como “buscar”, “influir/afectar”, “impactar” y “comparar”, se relacionan con las intenciones (I) en BDI por ser un procedimiento intencionado a la búsqueda de uno o más objetivos. Por último, conceptos como “satisfacción”, “desempeño” y “equidad”, son el objetivo que se persigue de acuerdo al modelo correspondiente. Por lo tanto, estos conceptos se relacionan con la teoría de agentes BDI a través del concepto Deseo (D). En el caso de la “equidad”, también puede relacionarse como parte de los atributos de la personalidad de un individuo. Esto puede apreciarse en los tipos de personalidad (Salvit and Sklar, 2012; The-Myers-Briggs-Foundation, 2022).

En el caso de los modelos del cliente, el 36% concuerda con los atributos y características de la personalidad y BDI. Destacan la intervención de los enfoques y conceptos emocionales como los de personalidad, tales como los modelos afectivos y de equidad. De igual manera, resaltan a aquellos enfoques que involucran sentimientos para manifestar su satisfacción. En este análisis, al igual que con los modelos de satisfacción laborales, se hicieron presentes conceptos como “percepción”, “entorno”, “satisfacción”, “desempeño”, “influencia”, entre otros. Estos conceptos se encuentran relacionados del mismo modo con las teorías de la personalidad y BDI anteriormente explicado. Otros conceptos distintos encontrados en los modelos del cliente son: “evaluar”, “aprobar/desaprobar”, “vincular” y “elegir”. Estos conceptos se relacionan con las intenciones (I) en agentes BDI por ser un procedimiento intencionado en la búsqueda de un objetivo.

En ambos enfoques de los modelos de la satisfacción, las emociones se encuentran relacionadas con los rasgos de la personalidad. Dicha relación se realiza específicamente con el factor neuroticismo descrito en modelos como FFM (McCrae and John, 1992) y Big Five (Cattell and Mead, 2008; Cattell, 1950). Para el caso de conceptos como “juicio”, “sentimiento” y “equidad”, tienen relación con los atributos que describen la personalidad de los individuos en la teoría de los tipos de personalidad.

De acuerdo al análisis relacional previamente descrito, los modelos más representativos para el desarrollo de un modelo de la satisfacción son: la teoría del ajuste laboral, la teoría de la comparación, el modelo tradicional, el modelo de cadena de valor y el modelo de equidad. Por lo tanto, se concluye que la sinergia de los modelos de la satisfacción laboral y del cliente con las teorías de la personalidad

y agentes BDI contribuyen en el desarrollo de un modelo de satisfacción. El modelo de satisfacción desarrollado será parte del proceso cognitivo de un agente socio-emocional e influirá en su deliberación. Lo anterior con la finalidad de incrementar la credibilidad de la simulación de comportamientos. Es decir, un modelo que involucre rasgos y tipos de personalidad para describir la satisfacción de los individuos influyendo en los procesos cognitivos de toma de decisiones de un agente. Además de evaluar el grado de satisfacción por medio de los resultados de la toma de decisión. La figura 4.1 muestra el resumen del análisis de la frecuencia de los atributos en común entre los modelos de satisfacción, teorías de agentes BDI, así como los rasgos y tipos de personalidad.

Atributo		Modelos/Teorías Laborales					Modelos del Cliente					Atributos en común				
		Emocional			Motivacional	Necesidades	Nivel laboral	Macro-modelos		Micro-modelos			M. Laborales	M. Cliente	Suma Total	%
		Afecto	Equidad	Ajuste	Comparación	Maslow	Car. Trab.	Mod. Trad.	Valor	Afectivo	Equidad					
Arquitecturas de agentes BDI	B	Entorno	✓				✓	✓	✓				3	3	6	60%
		Conocimiento sobre sí mismo	✓	✓	✓					✓			3	1	4	40%
	D	Satisfacción	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		3	4	7	70%
		Equidad		✓		✓					✓		2	1	3	30%
	I	Impacto						✓					1	0	1	10%
		Desempeño	✓						✓				1	1	2	20%
		Influencia		✓						✓			2	1	3	30%
		Verificación			✓		✓						2	0	2	20%
		Comparativa				✓					✓		1	2	3	30%
		Evaluación							✓				0	1	1	10%
		Aprobación							✓				0	1	1	10%
	R	Relación								✓			0	1	1	10%
		Elección								✓			0	1	1	10%
Esfuerzo										✓		0	1	1	10%	
Emoción		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	4	10	100%	
Actitud			✓	✓		✓	✓			✓	✓	4	2	6	60%	
T	Percepción				✓							1	0	1	10%	
	Sentimiento				✓			✓	✓			1	2	3	30%	
	Juicio								✓			0	1	1	10%	
T.L.	RIASEC			✓								0	1	1	10%	
Atributos en común	BDI	4	3	3	3	2	3	6	4	3	5					
	Personalidad	1	2	3	3	2	2	2	3	2	2					
	Suma total	5	5	6	6	4	5	8	7	5	7					
	%	25%	25%	30%	30%	20%	25%	40%	35%	25%	35%					

Figura 4.1: Frecuencia de atributos en común entre los modelos de la satisfacción laboral/cliente y las teorías de la personalidad y BDI.

4.2. ARQUITECTURA DEL PROYECTO

En esta sección se muestra la arquitectura de un agente virtual con rasgos de comportamiento similares a los humanos (Morales-Rodríguez et al., 2010). Lo anterior se realiza de acuerdo a la integración de modelos de satisfacción, personalidad y preferencia. Esta arquitectura representa un VDM (Virtual Decision-Maker) con el rol de un tomador de decisiones.

La arquitectura propuesta en este tabajo de investigación tiene un grado de abstracción topológica y matemática (Carvajal-Villaplana, 2002). El VDM y el flujo de sus componentes se modelan a través

de un diagrama. El flujo de datos entre sus componentes proviene de la aplicación de modelos que recurren a formulaciones matemáticas, como es el caso del modelo de satisfacción propuesto en este trabajo.

Además, la arquitectura que se propone se basa en la estructura de un agente basado en utilidades (Russell et al., 2010) y en los fundamentos de una arquitectura BDI (Beliefs, Desires, and Intentions) (Iglesias-Fernández, 1998; Wooldridge, 2002). Este trabajo tiene como objetivo proporcionar un framework (Gutiérrez, 2005; Sarasty-España, 2015) que facilite el desarrollo de varios contextos de decisión en los que el VDM y el decisor real puedan interactuar.

La Figura 4.2 muestra el esquema general del VDM, cuya estructura ha sido desarrollada para funcionar en cualquier caso de estudio. El funcionamiento de la arquitectura consiste en seleccionar de la base de conocimientos los elementos contextuales, información sobre la personalidad (a través de los cuestionarios MBTI-KTS (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022) e IPIP-NEO (Penn-State, 2018)), el Corpus Procesado representativo de las preferencias (con el cuestionario propuesto por Castro-Rivera et al. (2019)) y el perfil de satisfacción del DM. Con esta información será posible obtener parámetros preferenciales influenciados por la personalidad y la satisfacción del VDM para aproximarse a su expectativa o grado de satisfacción.

En este proyecto, el modelo encargado de generar los parámetros de personalidad, los parámetros preferenciales y los rasgos de personalidad basados en la satisfacción, es el modelo MPBCD-II (Modelo de Personalidad Bajo un Contexto de Decisión-II). El modelo MPBCD-II tiene como base de su desarrollo el trabajo de Castro-Rivera et al. (2019). En el caso del proceso deliberativo, se conforma por la estrategia NOSGA-II. Los resultados provenientes del proceso deliberativo son evaluados por la métrica de satisfacción, que pertenece al modelo de satisfacción desarrollado en este trabajo.

En términos generales, la arquitectura del VDM tiene como objetivo emular las características de un DM a través de un contexto de decisión. Por ejemplo, la emulación de las habilidades de un técnico de laboratorio desarrollando la experimentación en un laboratorio virtual como si fuera el DM real. En la Figura 4.2, los bloques dentro del área punteada de la arquitectura del agente son los de mayor importancia en este trabajo. En las subsecciones siguientes se presentan a detalle los módulos más relevantes dentro de la arquitectura.

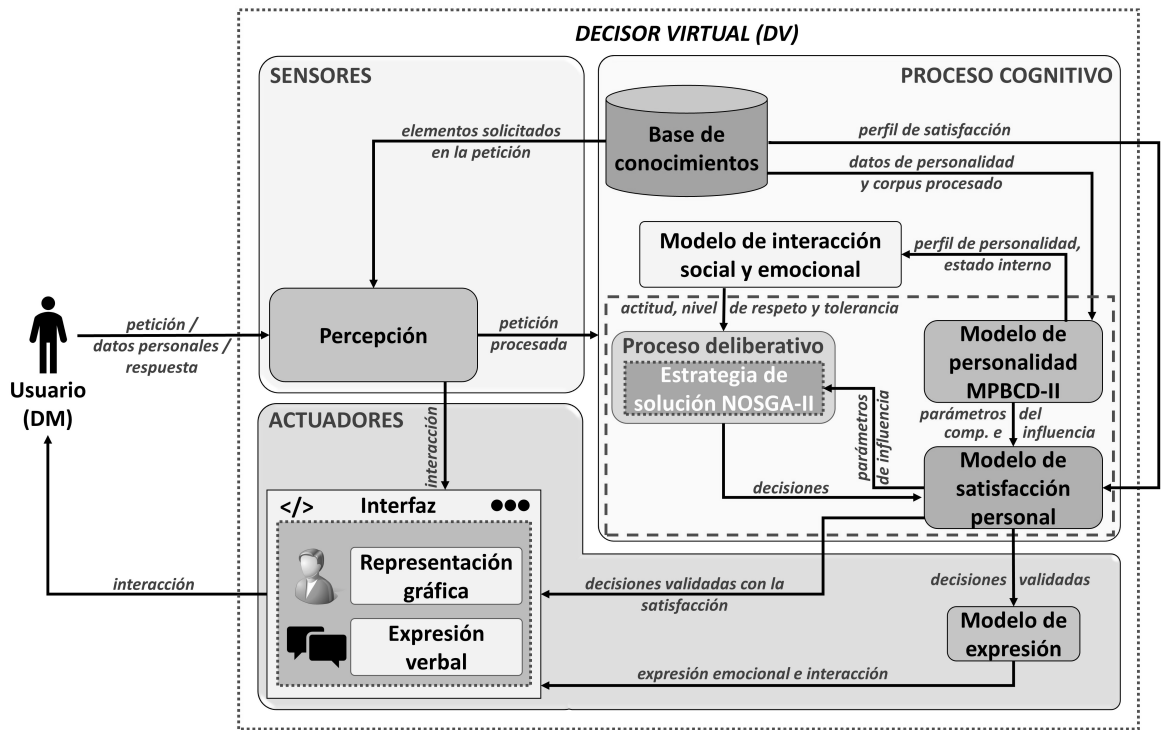


Figura 4.2: Diagrama general del proyecto de un AVI con el rol de un DV.

En la figura 4.3 se muestra un diagrama de secuencia del proceso de la interacción de los elementos en la arquitectura propuesta en este trabajo (fig. 4.2). Dónde se observa de manera clara la entrada y salida de datos a lo largo de la ejecución del proceso.

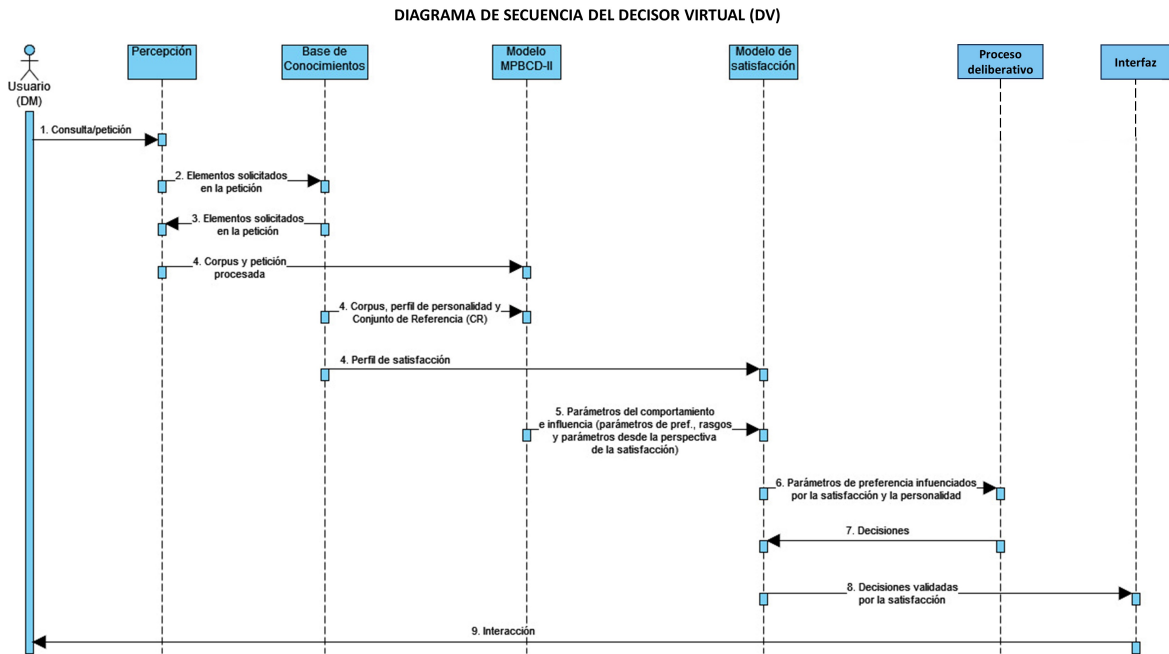


Figura 4.3: Diagrama general del proyecto de un AVI con el rol de un DV.

Módulo percepción

El módulo percepción se encarga de recopilar información del ambiente, esto de acuerdo a lo descrito en la estructura general de un agente. Este módulo recibe la consulta/petición del DM, la cual contiene sus datos personales, así como los elementos solicitados en la consulta dentro del contexto. Una vez validada o procesada la consulta del DM, es generada una instancia con los elementos solicitados. Después, se envía la instancia al proceso deliberativo para generar resultados en la toma de decisiones. La búsqueda de resultados se realiza con una estrategia de solución basada en preferencias, como lo puede ser un Sistema Relacional de Preferencias de Superación Difusa (SRPSD). Una estrategia como NOSGA-II puede formar parte de dicho sistema relacional. Este módulo también es el encargado de proporcionar la información necesaria al modelo de personalidad como el Conjunto de Referencia (CR), el cual representa las preferencias del DM. También proporciona los datos de personalidad, como el perfil de personalidad generado por el modelo MBTI, los temperamentos dados por el modelo KTS y los valores de los niveles del modelo OCEAN. Los niveles de OCEAN representan las fortalezas y debilidades del DM. Con esta información es posible que el DV emule el comportamiento del DM.

Módulo del modelo de personalidad MPBCD-II

El módulo del modelo de personalidad MPBCD-II es el encargado de generar los parámetros del comportamiento e influencia del Decisor Virtual (DV), necesarios para influir en el proceso de toma de decisiones. Dichos parámetros también asisten en el ajuste de parámetros dentro del módulo del modelo de satisfacción. El modelo MPBCD-II se compone de tres bloques de proceso: *describir el perfil de personalidad*, *inferir aspectos de la personalidad* e *inferir umbrales*. La figura 4.4 muestra el modelo MPBCD-II y sus bloques de proceso, donde se observa la interacción con la base de conocimientos obteniendo los datos de la personalidad, tales como el perfil de personalidad, temperamentos, debilidades, fortalezas, así como el corpus procesado o CR. El CR contiene las preferencias del DV de acuerdo al contexto de decisión. El resultado de dicha interacción es la definición de los parámetros de la personalidad (*valor, igualdad y utilidad*), parámetros preferenciales influenciados por la personalidad (*q, v, u*, entre otros) y los rasgos de personalidad desde la perspectiva de satisfacción.

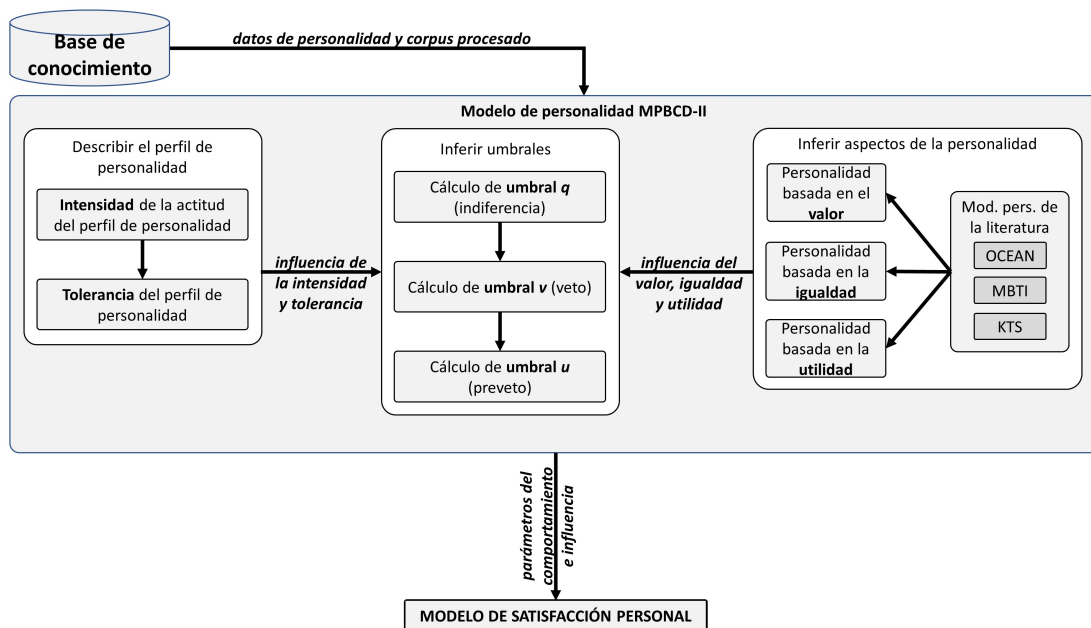


Figura 4.4: Modelo MPBCD-II y sus bloques de proceso.

El bloque *describir el perfil de personalidad* genera dos parámetros del comportamiento: la **intensidad** y la **tolerancia**. La **intensidad** de la actitud del perfil de personalidad representa qué tan relajado, cooperativo, indagador o estricto es el DV. La **intensidad** es calculada por medio de los valores dados por el modelo OCEAN. Una vez calculada la **intensidad** es posible obtener el parámetro de la **tolerancia** que indica la flexibilidad que tiene un DV en la selección de una alternativa de solución

diferente a sus preferencias. La **tolerancia** pretende resaltar cuánta indiferencia o preferencia permite un individuo entre las soluciones. Esto servirá para influenciar los parámetros o umbrales de preferencia con la personalidad.

El bloque *inferir aspectos de la personalidad* calcula tres parámetros nombrados de igual manera que los conceptos más relevantes en los modelos de la satisfacción laboral y del cliente. Estos conceptos son: *valor, igualdad y utilidad*. A partir de estos conceptos fue posible definir dichos parámetros de la personalidad orientados al valor, la igualdad y la utilidad. Es decir, representar la satisfacción desde la perspectiva de la personalidad e influir en el proceso de toma de decisiones, así como en el ajuste de parámetros (sección 4.2).

El parámetro *valor* representa valores importantes en la educación personal, como la ética y la humildad, reflejados en el comportamiento de los individuos. El parámetro *igualdad* muestra qué tan igualitario puede ser un individuo en su entorno demostrando rasgos de generosidad e inclusive de crueldad. El parámetro *utilidad* revela la manera en que se desenvuelve un individuo en un contexto de decisión. Dónde en dicho contexto intervienen rasgos de la personalidad como la paciencia, desesperación, pereza, timidez, valentía, cobardía, egoísmo, presunción e ingenuidad. Estos rasgos de la personalidad influyen en el proceso de decisión de forma negativa o positiva. Por ejemplo, un individuo desesperado puede tener resultados menos satisfactorios en sus decisiones que una persona paciente.

El cálculo de los parámetros de la personalidad mencionados anteriormente requiere de los factores de OCEAN, de los enfoques de MBTI y de los temperamentos de KTS. Sin embargo, únicamente los factores del modelo OCEAN están cuantificados. La manera de cuantificar los enfoques de MBTI y los temperamentos de KTS, ha sido retomada del trabajo de Castro-Rivera et al. (2019). Dicho trabajo relaciona las similitudes de los principales elementos de los tres modelos de personalidad mediante las descripciones del comportamiento que proporciona cada uno de los modelos en cuestión. La tabla 4.1 muestra la relación de las dicotomías de MBTI-KTS y OCEAN, así como el valor (V_1, V_2, V_3, V_4) dado por el cuestionario IPIP-NEO (International Personality Item Pool-Neuroticism, Extraversion & Openness) (Penn-State, 2018) que le corresponderá a cada dicotomía relacionada con la dimensión OCEAN. Cabe mencionar que la dimensión N' (Neuroticismo) del modelo OCEAN no fue relacionada con las dicotomías de MBTI-KTS, por lo que se maneja independiente en el cálculo de los parámetros de la personalidad (*valor, igualdad y utilidad*).

En el caso de la definición del parámetro *valor*, este se compone por el factor de OCEAN denominado como Conciencia (Conscientiousness, C), que está relacionado con las dicotomías J y P de MBTI-KTS. La conciencia describe a individuos tanto negligentes como cuidadosos, perezosos como trabajadores, desorganizados como organizados. Es decir, individuos que tienen valores que

Tabla 4.1: Relación de los elementos principales de los modelos de personalidad OCEAN, MBTI y KTS

	Dicotomías de MBTI-KTS								
	E	I	S	N	F	T	J	P	
Factores de OCEAN	E		O		A		C		N'
Valor de OCEAN (IPIP-NEO)	V1		V2		V3		V4		V5

apuntan sobre cómo conducirse en la sociedad. Por parte de MBTI, los enfoques que se ajustan para la definición del parámetro *valor* son la percepción (S, N), estilo de vida (J, P) y decisiones (F, T). Estos enfoques en conjunto describen a individuos con valores sociales empáticos, tolerantes, ordenados y centrados. En el caso del modelo KTS, los temperamentos que ayudan en la definición del parámetro *valor* son guardián (S, J), idealista (N, F) y racional (N, T), que en conjunto abonan lo previamente dicho, describiendo a individuos que ofrecen soporte social. La Ecuación 4.2.1 muestra la manera de calcular el parámetro *valor*. El valor de 13 en la ecuación es la suma máxima de las 5 dimensiones de OCEAN, los 4 enfoques de las dicotomías de MBTI y los 4 temperamentos de KTS. Por medio de este valor y la suma de las dimensiones y dicotomías de MBTI-KTS, se obtendrá la proporción del “valor” o “valores” de la personalidad del individuo basados en la satisfacción. El primer grupo representa la suma de valores provenientes de OCEAN, que este caso solo es la Conciencia (C). El segundo grupo representa la suma de los valores de MBTI. El tercer grupo representa la suma de valores de los temperamentos de KTS.

$$V = \frac{C + ((S + N) + (J + P) + (F + T)) + ((S + J) + (N + F) + (N + T))}{13} \quad (4.2.1)$$

El parámetro *igualdad* requiere para su cálculo de los factores Conciencia (Conscientiousness, C), Apertura (Openness, O) y Neuroticismo (Neuroticism, N') del modelo OCEAN. Dichos factores aportan algunas de las características que las situaciones de igualdad reflejan. Por ejemplo, un estado emocional pacífico que refleje tranquilidad y control en circunstancias que requieran exigencia de igualdad, como violaciones de derechos, situaciones de abuso, entre otras. En el caso de los enfoques de MBTI, aquellos que más se ajustan en la definición del parámetro *igualdad* son el estilo de vida (J, P), actitud (E, I) y decisiones (F, T). Estos enfoques otorgan razonamiento, energía y sentido social a la confrontación que pretende llevar a las condiciones de igualdad de lo teórico a la realidad (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022). Finalmente, el modelo KTS asiste en la formación del parámetro *igualdad* mediante las características de los temperamentos guardián (S, J), idealista (N, F) y artesano (S, P). Estos temperamentos proporcionan características de diplomacia, tácticas y logísticas para concretar

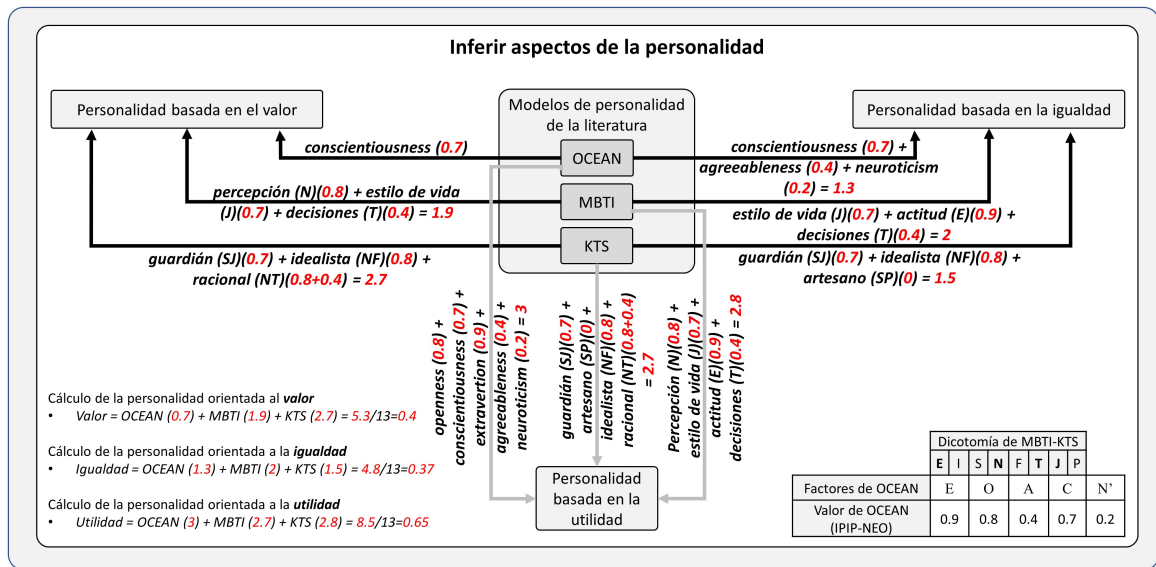
las condiciones de igualdad (Keirsey, 1998). En la ecuación 4.2.2 se ilustra el cálculo del parámetro *igualdad*.

$$I = \frac{(C + A + N') + ((J + P) + (E + I) + (F + T)) + ((S + J) + (N + F) + (S + P))}{13} \quad (4.2.2)$$

En el cálculo del parámetro *utilidad* son utilizadas las 5 dimensiones de OCEAN, los 4 enfoques de MBTI y los 4 temperamentos de KTS. Esto se debe a que en la toma de decisiones intervienen todas las características de la personalidad, similar a la intervención de los 5 sentidos del cuerpo humano, que también son de gran importancia en la toma de decisiones. En la ecuación 4.2.3 se proporciona el cálculo del parámetro *utilidad*.

$$U = \frac{(O + C + E + A + N') + ((S + N) + (J + P) + (E + I) + (F + T)) + ((S + J) + (S + P) + (N + F) + (N + T))}{13} \quad (4.2.3)$$

Una vez calculados los parámetros de la personalidad, es posible influir de manera más significativa la satisfacción y las preferencias con la personalidad. En la Figura 4.5 se presentan los componentes del bloque *inferir aspectos de la personalidad* y la interacción con los modelos de personalidad de la literatura, los cuales intervienen en el modelado de los parámetros de la personalidad, denominados como *valor*, *igualdad* y *utilidad*. El cálculo de los parámetros se visualiza por medio de un ejemplo con el perfil de personalidad ENTJ e ilustra parte de la arquitectura del modelo MPBCD-II.



Ejemplo con perfil ENTJ

Figura 4.5: Ejemplo del cálculo de los parámetros de personalidad basados en la satisfacción mediante el perfil de personalidad ENTJ.

Como se ha mencionado a lo largo de esta sección, los parámetros *valor*, *igualdad* y *utilidad*, desprenden rasgos de la personalidad que caracterizan la satisfacción. Estos rasgos pueden clasificarse como aquellos que asisten en la toma de decisiones (paciencia, desesperación, timidez, pereza, valentía y cobardía) y como aquellos que asisten en la influencia de parámetros (ética, humildad, crueldad, presunción, generosidad, egoísmo e ingenuidad). Los modelos de la personalidad de la literatura intervienen en el modelado de los rasgos de la personalidad que caracterizan la satisfacción aportando sus características principales. Dichos rasgos de personalidad son cuantificados por algunas de las facetas de las cinco dimensiones del modelo OCEAN. Cada dimensión está compuestas por seis facetas y sirven para proporcionar una intensidad a los rasgos de la personalidad y de esta manera influir en parámetros representativos de la satisfacción y preferencias. La intensidad se cuantifica por medio del cuestionario IPIP-NEO (Penn-State, 2018). La intensidad de los rasgos determina cuánta influencia puede proporcionar sobre los parámetros de la satisfacción y preferencias.

La relación entre las facetas de OCEAN y los rasgos de personalidad que caracterizan la satisfacción (propuestos en este trabajo) es posible a través de las similitudes en los atributos de su descripción. En el caso de las facetas, sus descripciones han sido tomadas del modelo OCEAN (McCrae and John, 1992; Penn-State, 2018). Las descripciones o definiciones de los rasgos de personalidad propuestas en este trabajo han sido extraídas de la RAE (2022).

Por ejemplo, según OCEAN, la faceta de gregarismo de la dimensión de extraversión menciona que las personas gregarias encuentran gratificante la compañía de los demás y disfrutan de la emoción de las multitudes. Sin embargo, las personas con puntuaciones bajas tienden a sentirse abrumadas por las grandes multitudes. Esta descripción tiene similitudes con el rasgo de timidez, por lo que la puntuación de la faceta de gregarismo se puede asignar al rasgo de timidez.

Otro ejemplo más de similitud en sus descripciones es la faceta del nivel de actividad y el rasgo pereza. La faceta del nivel de actividad se refiere a la participación en múltiples actividades. Las puntuaciones bajas en esta faceta indican un ritmo muy relajado. El rasgo de personalidad pereza describe a una persona como demasiado negligente en el desempeño de sus tareas. La relación del resto de facetas con los rasgos de personalidad puede consultarse en el trabajo de Castro-Rivera (2021).

Finalmente, el bloque inferir umbrales es el encargado de generar los umbrales de preferencia a través de la información proporcionada por el CR o corpus de preferencias. Estos umbrales pueden ser integrados en estrategias de solución que integren preferencias, como lo es el método ELECTRE-III, el cual es utilizado por NOSGA-II formando un Sistema Relacional de Preferencias bajo Superación Difusa (SRPSD). Estos umbrales son: umbral de indiferencia (q), preveto (u) y veto (v), *credibilidad* (λ), *asimetría* (β) y *simetría* (ϵ).

Módulo del modelo de satisfacción personal

El módulo del modelo de satisfacción es parte del proceso cognitivo del agente o DV. Este modelo proporciona los parámetros que revelan la satisfacción del DV, además de llevar a cabo la tarea de mayor peso en esta investigación, el ajuste de parámetros. Este modelo se compone de los modelos de la satisfacción del cliente, que son: *el modelo tradicional* y *la teoría del valor*. También se compone de las teorías de la satisfacción laboral, que son: *la teoría de la comparación* y *la teoría fit-job*. El modelo de satisfacción desarrollado en este trabajo cuenta con tres bloques de proceso: *módulo de definición de parámetros de la satisfacción*, *módulo de actualización de parámetros* y *módulo de validación del nivel de satisfacción (métrica de satisfacción)*. En la Figura 4.6 es presentado el modelo de satisfacción con sus bloques de proceso. Además, se muestra la interacción de dichos bloques con el modelo MPCBD-II, del cual se obtienen los parámetros del comportamiento e influencia. También se observa la interacción con el proceso deliberativo y con la base de conocimientos que proporciona el perfil de la satisfacción.

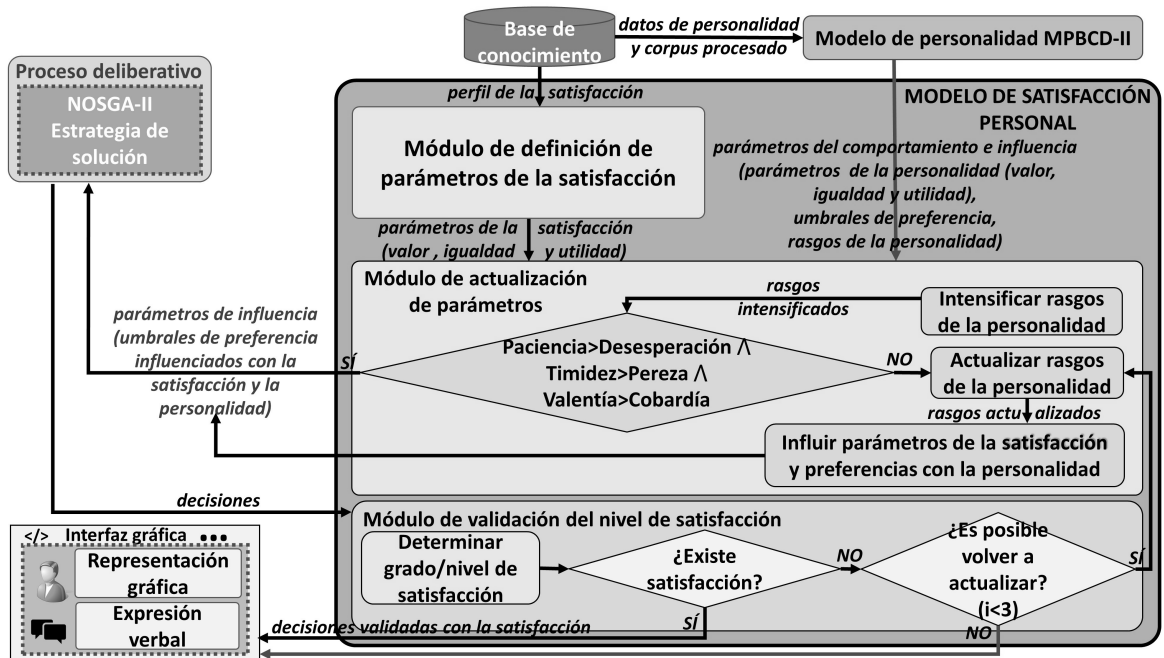


Figura 4.6: Diagrama del modelo de satisfacción personal y la interacción de sus componentes.

Módulo de definición de parámetros de la satisfacción

El *módulo de definición de parámetros de la satisfacción* se encarga de generar los parámetros de satisfacción. De igual manera que en el modelo MPBCD-II, los parámetros de la satisfacción son nombrados como *valor*, *igualdad* y *utilidad*. En este caso, dichos parámetros son representativos de la satisfacción del individuo.

De manera breve, el parámetro *valor* se desarrolla a partir de una combinación de modelos enfocados a la satisfacción del cliente (modelo tradicional y teoría del valor). El parámetro *valor* representa el valor sentimental en la adquisición de servicios o productos que pueden producir bienestar consigo mismo o con su entorno. El parámetro *igualdad* de la satisfacción toma su sustento de la teoría de la comparación. Esta teoría proviene de los modelos de la satisfacción laboral y representa la posible satisfacción o inconformidad por los resultados de comparar las expectativas de un servicio o producto. Por último, el parámetro *utilidad* de la satisfacción se fundamenta en los modelos de la satisfacción laboral a través de la teoría del ajuste laboral (Fit-Job). El parámetro *utilidad* pretende resaltar las habilidades de la persona de acuerdo a las áreas laborales donde se desempeña mejor, encontrando de esta manera su satisfacción. El parámetro *utilidad* se conforma principalmente del test RIASEC (Realistic, Investigative, Artistic, Social, Enterprising, Conventional) (CTE, 2022), el cual es

un cuestionario de orientación vocacional que proporciona una cuantificación de los sectores laborales dónde una persona cuenta con mayor habilidad.

El *módulo de definición de parámetros de la satisfacción* define los parámetros *valor, igualdad y utilidad* a partir de la información de un cuestionario de cinco preguntas propuesto en este documento de investigación (Anexos A), así como del resultado del test RIASEC. El cuestionario está diseñado de acuerdo a los conceptos principales del modelo del ajuste laboral (fit-job), la teoría de la comparación, el modelo tradicional, el modelo de cadena de valor y el modelo de equidad. Con las características de los modelos de satisfacción mencionados con anterioridad y el test RIASEC, es posible generar un perfil de satisfacción representativo de un DM. Los modelos de satisfacción han sido seleccionados de acuerdo al análisis realizado en la sección 4.1.

El *módulo de definición de parámetros de la satisfacción* recibe como entrada la información del perfil de satisfacción (cuestionario), que contiene el desempeño percibido (D) del servicio-producto (s-p), calidad (C) del s-p, estándares de calidad (Y) y desempeño (Z), el valor-sentimiento (s) asignado al s-p por el DM, el resultado del test RIASEC (CTE, 2022), la expectativa ideal (A) y la expectativa real (B) del s-p. Cada pregunta en el cuestionario de satisfacción pretende recopilar información con respecto a un enfoque de los modelos de satisfacción de la literatura. Por ejemplo, la pregunta uno del cuestionario obtiene el desempeño que el individuo espera del s-p. Toma como base el modelo tradicional y la teoría del valor, que destacan el óptimo desempeño de un s-p para reflejar la satisfacción de los clientes. La pregunta dos obtiene la calidad del s-p que el individuo espera recibir o percibe. Toma como base el concepto de calidad de la teoría del valor. La pregunta tres obtiene el posible valor emocional que pudiera representar el s-p para un individuo. Es decir, si el s-p es muy importante de adquirir para el individuo en ese preciso momento, es muy útil, tiene algún significado nostálgico, entre otras cosas. Esta pregunta también toma su sustento de la teoría del valor. La pregunta cuatro obtiene la expectativa ideal del s-p para el individuo. En general, se refiere a los alcances que espera que el s-p cumpla. La pregunta cinco obtiene la expectativa real del s-p. En otras palabras, el alcance real que piensa el individuo que cumplirá el s-p con la expectativa ideal. Ambas preguntas, cuatro y cinco, se basan en la teoría de la comparación, buscando condiciones de igualdad. Cada pregunta se cuantifica mediante una escala de Likert, dónde 1 es el valor más bajo y 5 el más alto. En el caso del test RIASEC, se obtiene una etiqueta formada por tres literales. Cada literal se cuantifica del 1 al 7, de acuerdo a las especificaciones del test (CTE, 2022). Por ejemplo, en la etiqueta *RIA* (Realistic, Investigative, Artistic), la literal *R* puede tener un valor de 7, *I* un valor de 4 y *A* un valor de 3. De esta manera, es posible cuantificar el perfil de satisfacción de un individuo, permitiendo conocer la expectativa de satisfacción, el desempeño, valor y calidad que espera de un s-p.

Una vez obtenido el perfil de satisfacción, es posible obtener la desconfirmación percibida (d). La desconfirmación (d) es un concepto del modelo tradicional de la satisfacción del cliente que indica el impacto negativo o positivo sobre el s-p. La desconfirmación percibida (d) consta de tomar solo aquellos valores más cercanos a la calidad (C) y desempeño (D) dados en el perfil de satisfacción. Se utilizan los estándares de calidad (Y) y desempeño (Z) de acuerdo a un conjunto de servicios o productos (s-p) basados en el contexto o entorno de decisión. Para el cálculo de la desconfirmación percibida (d) se requiere el promedio de los estándares de calidad (Y) y desempeño (Z), de esta manera podrá reflejarse el impacto negativo (valor bajo) o positivo (valor alto) del s-p. La ecuación 4.2.4 muestra la suma del promedio entre Y y Z , así como la suma entre C y D , dando como resultado la desconfirmación percibida d .

$$d = (\bar{Y} + \bar{Z}) + (D + C) \quad (4.2.4)$$

Después de obtener d , se procede a calcular el parámetro *valor* (V) en la ecuación 4.2.5. El cálculo requiere el desempeño percibido (D), la calidad esperada (C), el valor-sentimiento agregado al s-p (s) y la desconfirmación percibida (d).

$$V = \frac{D \times C \times s}{d} \quad (4.2.5)$$

El cálculo del parámetro *igualdad* utiliza la expectativa ideal A y la expectativa real B . La ecuación 4.2.6, muestra la manera en que se obtiene dicho parámetro mediante la diferencia absoluta (I) entre la expectativa esperada y real del s-p.

$$I = |A - B| \quad (4.2.6)$$

El cálculo del parámetro *utilidad* se realiza mediante el test RIASEC (CTE, 2022). De acuerdo a lo especificado en el test RIASEC, la mayor puntuación que puede obtenerse de la suma de las tres literales o etiqueta es 21, es decir 7 puntos por cada literal (L) resultante en el test. El cálculo del parámetro *utilidad* se aprecia en la ecuación 4.2.7, dónde el valor de L corresponde a la etiqueta del test RIASEC proveniente del cuestionario de satisfacción. Es decir, es el valor de las tres literales de la etiqueta del test RIASEC divididas entre la suma o puntaje máximo de las tres literales (21). En la

ecuación 4.2.7 se maneja el puntaje máximo en escala de 10 (2.1), para mantener la normalidad del valor de cada parámetro en un rango entre 0 y 10.

$$U = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{2.1} \quad (4.2.7)$$

Una vez calculados los parámetros de la satisfacción, son enviados al bloque de actualización de parámetros para ser influenciados por los rasgos y parámetros de la personalidad.

Módulo de actualización de parámetros

Antes de actualizar los parámetros en general, es necesario intensificar los rasgos de la personalidad, para influir el proceso de toma de decisiones afectando otros parámetros, tales como, los parámetros de satisfacción, los parámetros preferenciales y sobre otros rasgos de la personalidad. El proceso de intensificación de los rasgos de personalidad es posible mediante las dimensiones y facetas del modelo OCEAN. En este proceso cada uno de los rasgos de personalidad se asocia a la faceta o facetas con mayor similitud de la descripción de sus atributos. Los puntajes de las facetas de OCEAN, así como sus dimensiones, son obtenidos a través del cuestionario IPIP-NEO.

En la Tabla 4.2 puede apreciarse la cuantificación de los rasgos de la personalidad por medio de la faceta más similar. Los valores expuestos en esta tabla representan a un individuo con un perfil de decisión *colaborativo*. El valor asignado a cada rasgo será la intensidad representativa, es decir qué tan tímida, ética o desesperada es la persona. Además, representa la intensidad de influencia en los parámetros en general. En algunos casos, existen similitudes de un rasgo de personalidad con más de una faceta, por lo que debe promediarse para obtener el valor de su intensidad. Una vez intensificados los rasgos, el proceso continúa en el bloque de actualización de los rasgos de la personalidad.

Tabla 4.2: Cuantificación de los rasgos de personalidad por medio de las facetas de OCEAN y del test IPIP-NEO respondido por un individuo con el perfil colaborativo.

Factor OCEAN	Facetas de OCEAN	Valor de faceta	Rasgo de la personalidad	Valor de rasgo faceta	de por	Parámetro de la personalidad
Extraversión	Nivel de actividad	0.80	Pereza	0.80		Utilidad
	Gregarismo	0.55	Timidez			
	Buscador de emociones	0.17	Valentía	0.17		
Agradabilidad	Moralidad	0.89	Ética	0.89		Valor
	Modestia	0.65	Humildad	0.65		
	Altruismo	0.95	Generosidad	0.95		
Conciencia	Autoeficacia	0.80	Paciencia	0.80		Utilidad
	Cautela	0.72	Timidez	Prom: 0.63		
			Cobardía	0.72		
Neuroticismo	Ansiedad	0.64	Desesperación	0.64		Utilidad
	Ira	0.27	Egoísmo	0.27		Utilidad
			Crueldad			Igualdad
	Inmoderación	0.48	Presunción	0.48		Utilidad
			Crueldad	Prom: 0.37		Igualdad
Apertura	Imaginación	0.50	Ingenuidad	0.50		Utilidad

En el bloque actualizar rasgos de la personalidad se actualizan los rasgos clasificados como aquellos que asisten en la toma de decisiones por medio de aquellos que influyen los parámetros en general. La influencia o actualización es posible a través de la asociación de la descripción entre los rasgos de influencia y de decisión (según el trabajo de Castro-Rivera (2021)). Es decir, la ética (*E*) tiene relación con la paciencia (*O*), debido a que tienen en común el comportamiento pacífico y correcto. La humildad (*H*) y timidez (*T*) se relacionan en que ambos reconocen su capacidad o sus limitaciones. En el caso de la presunción (*P*) y la valentía (*Y*), ambos emiten arrogancia. La Tabla 4.3 muestra el valor de la intensidad de dichos rasgos, según la cuantificación presentada en la Tabla 4.2. Dicho valor de intensidad se utilizará para continuar actualizando los rasgos de personalidad clasificados como aquellos que asisten en la toma de decisiones e influencia.

Tabla 4.3: Intensidad de los rasgos de decisión y de influencia de acuerdo a la Tabla 4.2.

i	Rasgos de inf. (n_i)	Intensidad (n_i)	Rasgos de dec. (w_i)	Intensidad (w_i)
1	Ética (E)	0.89	Paciencia (O)	0.80
2	Humildad (H)	0.65	Timidez (T)	0.63
3	Presunción (P)	0.48	Valentía (Y)	0.17

La Ecuación 4.2.8 muestra las reglas que deben llevarse a cabo para aplicar la influencia sobre los rasgos de decisión. Es decir, si la intensidad de los rasgos, desesperación (D), pereza (K) y cobardía (M), no supera la intensidad de los rasgos, paciencia (O), timidez (T) y valentía (Y), estos últimos no serán influidos, conservando su valor. De lo contrario, serán influenciados aplicando la Ecuación 4.2.9. En la Ecuación 4.2.9 se observa el aumento de un pequeño porcentaje del rasgo de personalidad. Este aumento representa la actualización del rasgo de influencia sobre el rasgo de decisión. Por ejemplo, el rasgo paciencia aumenta debido a la retroalimentación que tiene con la parte ética. De esta manera, es posible que supere a la desesperación.

$$w_i^* = \begin{cases} w_i & \text{si } O > D \quad \wedge \\ & T > K \quad \wedge \\ & Y > M \\ (n_i \times w_i) + w_i & \text{si } O < D \quad \wedge \\ & T < K \quad \wedge \\ & Y < M \end{cases} \quad (4.2.8)$$

$$w_2^* = (n_2 \times w_2) + w_2 = 1.03 \rightarrow T(\text{timidez})^* \quad (4.2.9)$$

La actualización de los rasgos, egoísmo (E), generosidad (G), crueldad (C) e ingenuidad (N), se realiza de manera similar que en los rasgos anteriores. En el caso de los rasgos egoísmo y pereza, tienen en común el interés por sí mismos. En la generosidad y cobardía, se relacionan en que ambas demuestran que no tienen humor o el valor para hacer daño. La crueldad y la desesperación, ambas presentan un estado de ánimo alterado por la ira. La ingenuidad y la paciencia, manejan la sencillez sin alteraciones.

Los rasgos de personalidad, egoísmo, generosidad, crueldad e ingenuidad, tienen como propósito actualizar los umbrales de preferencia dados por el modelo MPBCD-II. En la Tabla 4.4 se muestra la intensidad correspondiente de cada rasgo basado en la Tabla 4.2. La actualización de los rasgos

de influencia se realiza aplicando la Ecuación 4.2.10, a excepción del rasgo de la humildad, que es calculado por medio de la Ecuación 4.2.11.

Tabla 4.4: Intensidad de los rasgos de decisión y de influencia de acuerdo a la Tabla 4.2.

<i>i</i>	Rasgos de inf. (n_i)	Intensidad (n_i)	Rasgos de dec. (w_i)	Intensidad (w_i)
1	Egoísmo (E)	0.27	Pereza (K)	0.80
2	Generosidad (G)	0.95	Cobardía (M)	0.72
3	Crueldad (C)	0.37	Desesperación (D)	0.64
2	Ingenuidad (N)	0.50	Paciencia (O)	0.80

$$n_1^* = (n_1 \times w_1) + n_1 = 0.48 \rightarrow E^* \quad (4.2.10)$$

$$H = \frac{(E^* + G^*)}{2} = 1.05 \quad (4.2.11)$$

La Tabla 4.5 es un resumen de los resultados de la influencia sobre cada uno de los rasgos de la personalidad. Esta influencia es el resultado de la aplicación de las Ecuaciones 4.2.8, 4.2.9, 4.2.10 y 4.2.11. Finalmente, solo resta enviarlos al siguiente proceso, el cual los utilizará para influir los parámetros de satisfacción y los parámetros de preferencia (umbrales).

Tabla 4.5: Resultados del cálculo de influencia de los rasgos de decisión y de influencia.

Rasgos de decisión infl.	Intensidad	Rasgos de influencia infl.	Intensidad
Paciencia (O)	1.512	Egoísmo (E)	0.48
Timidez (T)	1.03	Generosidad (G)	1.63
Valentía (Y)	0.25	Humildad (H)	1.05
—	—	Crueldad (C)	0.60
—	—	Ingenuidad (N)	0.90

Después de actualizar los rasgos de la personalidad, el proceso siguiente es el de influir los parámetros de la satisfacción y preferencias. Este procedimiento ocurre en el bloque influir parámetros de la satisfacción y preferencias con la personalidad. Dentro de este bloque son requeridos los siguientes elementos: rasgos de la personalidad (Tabla 4.5), parámetros de la satisfacción (Tabla ??), parámetros de la personalidad (Sección 4.2) y umbrales de preferencia (calculados con MPBCD-II, que se basa en el modelo MPBCD-I, publicado en el trabajo de Castro-Rivera et al. (2019)). En la Tabla 4.6 se exponen las características de un DM con el perfil de decisión cooperativo, con la finalidad de ejemplificar los

cálculos de actualización de parámetros. En dicha tabla se muestran los umbrales de preferencia, los parámetros de la personalidad, así como la tolerancia a las decisiones diferentes a la preferencia. La tolerancia será utilizada más adelante en el módulo de validación del nivel de satisfacción (métrica de satisfacción).

Tabla 4.6: Características de un DM con un perfil de decisión cooperativo utilizadas en el ejemplo del cálculo de actualización de parámetros.

Perfil de decisión	Umbrales de preferencia	Tolerancia	Parámetros de la personalidad
Cooperativo	Indiferencia (q)=23.78	0.58125	Valor (V)=0.4
	Preveto (u)=31.81	—	Igualdad (I)=0.37
	Veto (v)=39.85	—	Utilidad (U)=0.65
	Credibilidad (λ)=0.71	—	—
	Asimetría (β)=0.08	—	—
	Simetría (ϵ)=0.04	—	—

Los parámetros de la personalidad pertenecen al mismo grupo que los parámetros de la satisfacción. Es decir, existen los parámetros *valor*, *igualdad* y *utilidad*, tanto para la perspectiva o enfoque de la satisfacción, como desde la perspectiva de la personalidad. En la ecuación 4.2.12 se muestra el proceso de influencia de los parámetros de la satisfacción con los parámetros de la personalidad. En este caso, ha sido asignado valor a los parámetros de satisfacción en base a las ecuación expuestas anteriormente en la sección 4.2, para poder calcular la influencia de la personalidad sobre la satisfacción. Dicho valor se puede observar en la tabla 4.7. Los parámetros pertenecientes a un mismo grupo realizarán el cálculo de influencia o actualización mediante la ecuación 4.2.12. En otras palabras, el parámetro *valor* de la satisfacción (VS) será influenciado por el parámetro *valor* de la personalidad (VP) y así sucesivamente con el resto de los parámetros (*igualdad* y *utilidad*). La ecuación 4.2.13 muestra a manera de ejemplo el cálculo de la influencia del parámetro *valor* de la satisfacción (VS) sustituyendo los valores de la Tabla 4.7 en la Ecuación 4.2.12. Dichos valores corresponden al de ambos enfoques (satisfacción (S) y personalidad (P)).

$$\begin{aligned}
 VS^* &= (VS \times VP) + VS \\
 IS^* &= (IS \times IP) + IS \\
 US^* &= (US \times UP) + US
 \end{aligned}
 \tag{4.2.12}$$

$$\begin{aligned}
 VS^* &= (VS \times VP) + VS \\
 \text{Parámetro } V^* &= (7.36 \times 0.4) + 7.36 = 10.304
 \end{aligned}
 \tag{4.2.13}$$

Tabla 4.7: Influencia de la personalidad P sobre la satisfacción S por medio de los parámetros valor, igualdad y utilidad de cada enfoque.

Parámetros	Valores de S	valores de P	Infl. de S con P
Valor (V)	7.36	0.4	10.304
Igualdad (I)	1	0.37	1.37
Utilidad (U)	7.62	0.65	12.573

Los rasgos de influencia presentados en la Tabla 4.5 influyen en los umbrales de preferencia. Los umbrales de preferencia indican las diferencias entre comparaciones de alternativas a través de una estrategia que integra las preferencias de un DM, como NOSGA-II (Fernández et al., 2011a). Los umbrales de preferencia son proporcionados por el modelo de impacto preferencial del modelo MPBCD-II, que se basa en el trabajo de Castro-Rivera et al. (2019) (MPBCD).

En términos generales, la descripción del umbral de preferencia q indica las diferencias menores entre una alternativa y otra para considerarlas despreciables. Por otro lado, la descripción del umbral v señala las diferencias significativas entre alternativas, considerando una de ellas preferida sobre la otra. Finalmente, la descripción del umbral u muestra la magnitud de las diferencias entre alternativas cuando comienzan a observarse las condiciones de veto. Estas descripciones han sido tomadas del trabajo de Rivera-Zárate (2015).

En el caso del rasgo generosidad, su descripción indica sensibilidad y compasión por las desgracias ajenas. El rasgo egoísmo describe una atención excesiva a uno mismo sin preocuparse por los demás. El rasgo humildad indica la virtud de reconocer las propias limitaciones y debilidades. Estas definiciones o descripciones han sido tomadas de la RAE (2022)

A través de las descripciones proporcionadas de los umbrales de preferencia y los rasgos generosidad (G), egoísmo (E) y humildad (H), puede visualizarse una relación en común. De esta manera, es posible influir en los umbrales de preferencia con los rasgos de personalidad mencionados anteriormente. En el caso del umbral q y el rasgo generosidad, tienen en común que son indiferentes a las situaciones mínimas. El umbral v y el rasgo egoísmo, reflejan un carácter restrictivo. Finalmente, el umbral u y el rasgo humildad, comparten que ambos reconocen sus limitaciones, pero no representa ningún problema.

La Tabla 4.8 muestra los parámetros de satisfacción y el resultado de la influencia de los rasgos de personalidad. El rasgo relacionado con el umbral q (generosidad) representa el rasgo menos estricto.

Por lo tanto, el parámetro de satisfacción con menor peso estará influido por la generosidad. El rasgo más estricto (egoísmo) influirá en el parámetro de satisfacción con mayor peso.

En la Tabla 4.8, los parámetros de satisfacción han sido ordenados de manera ascendente y colocados con el rasgo de personalidad correspondiente, influyendo el parámetro con la intensidad del rasgo. Dicha influencia genera un pequeño porcentaje de incremento, que representa la influencia del rasgo sobre el parámetro. A través de la Ecuación 4.2.14, es posible influir los parámetros de satisfacción con los rasgos de personalidad. Posteriormente, los umbrales de preferencia del DM son influidos por los parámetros de satisfacción. La Tabla 4.8 muestra el resultado de aplicar la Ecuación 4.2.14.

$$\begin{aligned}
 I^* &= I \times G) + I \\
 V^* &= (V \times H) + V \\
 U^* &= (U \times E) + U \\
 \text{Parámetro } I^* &= (1.37 \times 1.63) + 1.37 = 3.60
 \end{aligned}
 \tag{4.2.14}$$

Tabla 4.8: Resultados de la influencia de los parámetros de satisfacción con los rasgos de personalidad.

Parametro	Valor del parámetro	Rasgos de infl.	Intensidad	Resultado de la inf.
Igualdad (I)	1.37	Generosidad (G)	1.63	3.60
Valor (V)	10.304	Humildad (H)	1.05	21.12
Utilidad (U)	12.573	Egoísmo (E)	0.48	18.60

Después de influir los parámetros de satisfacción con los rasgos de personalidad, son convertidos en porcentaje para afectar los umbrales de preferencia de manera consistente y moderada. Lo anterior aumenta el porcentaje de cada parámetro sobre cada uno de los umbrales. La tabla 4.9 muestra la conversión de cada parámetro a un porcentaje. La Ecuación (4.2.15) muestra cómo se realiza el cálculo de la influencia de los parámetros de preferencia con los parámetros de satisfacción influenciados por la personalidad. Por último, la Tabla 4.10 muestra los resultados de la influencia de cada umbral.

Tabla 4.9: Conversión de los parámetros de satisfacción a una fracción porcentual.

Parámetro	Valor de parámetro influenciado	Conversión a %	%
Igualdad (I)	3.60	$3.60 \div 100$	0.036
Valor (V)	21.12	$21.12 \div 100$	0.2112
Utilidad (U)	18.60	$18.60 \div 100$	0.186

$$\begin{aligned}
 q^* &= (q \times I) + q \\
 u^* &= (u \times V) + u \\
 v^* &= (v \times U) + v \\
 \text{Parámetro } q^* &= (23.78 \times 0.036) + 23.78 = 24.63
 \end{aligned}
 \tag{4.2.15}$$

Tabla 4.10: Umbrales de preferencia influenciados por los parámetros de satisfacción de la Tabla 4.9.

Umbral	Valor del umbral	Parám de satisf.	Valor del Parám.	Resultado de la influencia
q	23.78	Igualdad (I)	0.036	24.63
u	31.81	Valor (V)	0.2112	38.52
v	39.85	Utilidad (U)	0.186	47.26

La influencia de los umbrales de preferencia λ (credibilidad), β (asimetría), y ε (simetría) se realiza de la misma forma que con los umbrales q , u y v . En este caso, los rasgos utilizados para influir son la crueldad, la ingenuidad y la humildad.

Según la descripción del umbral λ , se encuentra asociado a la credibilidad. Cuanto más valor tenga este umbral, más credibilidad y carácter estricto representa. El umbral β indica una distinción preferencial entre comparaciones de alternativas. Finalmente, el umbral ε establece una indiferencia en la comparación de alternativas. Estas descripciones o definiciones son interpretadas a partir del trabajo de Fernández et al. (2013).

En el caso de los rasgos de personalidad, la descripción o definición del rasgo de la crueldad refleja un estado mental feroz o de impiedad. El rasgo de la ingenuidad indica sinceridad, franqueza y falta de malicia. El rasgo de la humildad menciona el reconocimiento de las propias limitaciones y debilidades. Estas definiciones o descripciones se basan en la RAE (2022).

A través de las descripciones provistas de los umbrales λ , β , y ε , así como de los rasgos crueldad (C), ingenuidad (N) y humildad (H), es posible visualizar elementos en común e influir los citados umbrales con los rasgos de personalidad. La descripción común entre el umbral λ y el rasgo crueldad, es que ambos comparten un carácter fuerte y estricto. La relación entre el umbral β y el rasgo humildad, es que reconocen sus limitaciones. Finalmente, el umbral ε y el rasgo de ingenuidad, comparten un carácter de apertura.

La Ecuación 4.2.16 muestra cómo calcular la influencia de los parámetros de satisfacción con los rasgos de personalidad. Finalmente, la Tabla 4.11 muestra el resultado de calcular la influencia de

la personalidad en los parámetros de satisfacción. Según su descripción estándar, los parámetros han sido ordenados de forma descendente y con el correspondiente rasgo de personalidad.

$$\begin{aligned}
 U^* &= (U \times C) + U \\
 V^* &= (V \times H) + V \\
 I^* &= (I \times N) + I
 \end{aligned}
 \tag{4.2.16}$$

Parámetro $U^* = (12.573 \times 0.60) + 12.573 = 20.11$

Tabla 4.11: Cálculo de la influencia de los parámetros de satisfacción con los rasgos en orden descendente con los umbrales λ , β , y ϵ .

Parámetro	Valor del parámetro	Rasgo de influencia	Intensidad	Resultado de la influencia
Utilidad (U)	12.573	Crueldad (C)	0.60	20.11
Valor (V)	10.304	Humildad (H)	1.05	21.12
Igualdad (I)	1.37	Ingenuidad (N)	0.90	2.60

La Tabla 4.12 muestra la conversión de los parámetros de satisfacción para generar un aumento moderado de la influencia de la personalidad y la satisfacción en los umbrales λ , β , y ϵ .

Tabla 4.12: Conversión de los parámetros de la satisfacción en un porcentaje moderado.

Parámetro	Valor del parámetro influenciado	Conversión a %	%
Utilidad (U)	20.11	$20.11 \div 100$	0.2011
Valor (V)	21.12	$21.12 \div 100$	0.2112
Igualdad (I)	2.60	$2.60 \div 100$	0.026

La Ecuación 4.2.17 muestra cómo calcular la influencia de los umbrales λ , β , y ϵ con los parámetros de satisfacción. Finalmente, la Tabla 4.13 muestra los umbrales influenciados por los parámetros de satisfacción ordenados desde el más estricto al más relajado (similar a la Tabla 4.11).

$$\begin{aligned}
 \lambda^* &= (\lambda \times U) + \lambda \\
 \beta^* &= (\beta \times V) + \beta \\
 \epsilon^* &= (\epsilon \times I) + \epsilon
 \end{aligned}
 \tag{4.2.17}$$

Parámetro $\lambda^* = (0.71 \times 0.2011) + 0.71 = 0.85$

Tabla 4.13: Tabla de resultados de los umbrales de preferencia influenciados por la satisfacción.

Umbral	Valor del umbral	Parámetro de satisf.	Valor del parám.	Resultado de la influencia
λ	0.71	Utilidad (U)	0.2011	0.85
β	0.08	Valor (V)	0.2112	0.096
ε	0.04	Igualdad (I)	0.026	0.041

La Tabla 4.14 muestra los umbrales de preferencia finalmente calculados y listos para ser enviados al proceso deliberativo, compuesto por la estrategia NOSGA-II, que genera las sugerencias o alternativas de solución. El aumento de cada parámetro se puede apreciar a simple vista. El aumento representa la influencia de la satisfacción y la personalidad en las preferencias durante el proceso de toma de decisiones del VDM.

Tabla 4.14: Resumen de los umbrales de preferencia influenciados por la satisfacción y la personalidad.

Umbral	Valor del umbral
Indiferencia (q)	24.63
Preveto (u)	38.52
Veto (v)	47.26
Credibilidad (λ)	0.85
Asimetría (β)	0.096
Simetría (ε)	0.041

Módulo de validación del nivel de satisfacción

Después de enviar los parámetros de preferencia al proceso deliberativo, las decisiones o sugerencias que genera son recibidas por el *módulo de validación del nivel de satisfacción*. El *módulo de validación del nivel de satisfacción* evalúa las alternativas de solución dadas por el proceso deliberativo, que provienen de NOSGA-II. NOSGA-II es la estrategia que integra los umbrales de preferencia influenciados por la satisfacción y personalidad. La métrica de satisfacción del módulo de validación asegura que las soluciones entregadas por el proceso deliberativo sean lo más próximo a las expectativas impuestas de satisfacción del DM. Es decir su petición o consulta inicial.

La evaluación consiste en tomar como referente la petición/solicitud/consulta inicial del DM (satisfacción ideal, expectativa) y compararla con las alternativas de solución (decisiones) dadas por NOSGA-II. En el proceso de evaluación se pretende evitar que las alternativas superen la tolerancia (φ^*) permitida de alejamiento con respecto a su satisfacción ideal.

En el trabajo de Castro-Rivera et al. (2019), ha sido propuesta la manera de calcular la tolerancia (φ) permitida de alejamiento con respecto a alternativas de solución distintas a su preferencia. Sin embargo, esta tolerancia (φ) no refleja la satisfacción del DM. En la ecuación 4.2.18 se expone la manera de integrar la satisfacción en la tolerancia (φ^*). Dónde μ representa la unión del conjunto de parámetros de la satisfacción y φ representa la tolerancia del DM sin su satisfacción reflejada.

La manera propuesta de calcular μ es a través de la unión de los parámetros de satisfacción calculados en la Tabla 4.9, cuyo resultado es 0.4332. La razón para usar los parámetros de satisfacción utilizados para influir en q , u y v , es que estos parámetros de preferencia representan un carácter menos estricto con respecto a los umbrales λ , β y ε . La razón anterior los hace más adecuados para calcular φ^* , ya que la tolerancia indica relajación y no restricción. Después del cálculo de φ^* , es necesario conocer el valor acumulado de cada criterio, tanto la solicitud del DM como las alternativas de solución dadas por el proceso deliberativo para compararlas con φ^* .

$$\varphi^* = (\varphi \times \mu) + \varphi \quad (4.2.18)$$

Como parte de la representación de la petición solicitada o lista de productos del DM y de las alternativas de solución, el conjunto R es la representación de ambos conjuntos. Este conjunto va desde R_1 hasta R_m y se compone por n elementos o productos x caracterizados por los beneficios, criterios o atributos c que van desde c_1 hasta c_p . Para conocer si una alternativa R no sobrepasa la tolerancia de satisfacción impuesta por el DM, es necesario sumar cada uno de los criterio $c_j(R_i)$ para compararla con φ^* . Dicha comparación se realiza por medio de la ecuación 4.2.19, como una primera medida de evaluación de la satisfacción.

La Tabla 4.15 muestra la estructura de una alternativa de solución (denominada como R_0), con el total acumulado de cada uno de sus criterios ($c_j(R_i)$). En este caso, se ha ejemplificado con la representación de la petición de una lista de compras de productos alimenticios solicitada por el DM. Esta lista o canasta de compras está compuesta por tres productos y dos criterios, que son el precio y el contenido.

Tabla 4.15: Representación de la petición inicial del DM al DV, ubicada en un contexto de compra de productos alimenticios.

Producto	Precio	Contenido
Agua natural	5.80	600
Café soluble	38	180
Pan dulce	9.90	62
—	$c_1(R_0): 53.70$	$c_2(R_0): 842$

En la Tabla 4.16 se observan tres alternativas de solución o listas de compras sugeridas, que son generadas por la estrategia NOSGA-II. Estas listas se basan en la lista solicitada por el DM, sus preferencias y personalidad. Es decir, fueron utilizados los datos que han sido presentados a lo largo de este documento (umbrales de preferencia de la Tabla 4.14) para generar estas listas.

Tabla 4.16: Alternativas de solución generadas por el proceso deliberativo con NOSGA-II en base a una lista solicitada por el DM (Tabla 4.15).

Lista	Producto	Precio	Contenido
Lista 1	Agua natural	8.50	600
	Café soluble	41	180
	Pan dulce	14	200
			$c_1(R_1): 63.50$
Lista 2	Agua natural	8.50	600
	Café soluble	41	180
	Pan dulce	9.90	62
			$c_1(R_2): 59.40$
Lista 3	Agua natural	8.50	600
	Agua natural	12.60	1500
	Café soluble	38	180
	Pan dulce	14	200
		$c_1(R_3): 73.10$	$c_2(R_3): 2480$

Como primera estrategia o medida para evaluar lo obtenido contra lo esperado, es necesario conocer si las listas sugeridas están bajo lo tolerado de la lista solicitada. Es decir, comparar la lista solicitada R_0 del DM contra las listas sugeridas por el DV ($R = \{R_1, R_2, \dots, R_l\}$). Lo anterior se realiza comparando la tolerancia (φ^*) con la suma total de cada criterio ($c_j(R_i)$) de las listas sugeridas. En caso de cumplirse dicha condición, será contabilizado como un acierto A. Entre mayor número de

aciertos tenga el conjunto de listas sugeridas por el DV, mayor será la aproximación a la satisfacción del DM. En la Ecuación 4.2.19 se muestra el procedimiento de conteo de aciertos.

$$A(R_i) = \sum_{j=1}^m A(R_0, R_i, j), \text{ donde } A(R_0, R_i, j) = 1 \text{ si } \varphi^* \geq \frac{|c_j(R_i) - c_j(R_0)|}{c_j(R_0)}, \text{ o cero} \quad (4.2.19)$$

De acuerdo con lo anterior, una lista sugerida que esté en armonía con el conjunto de referencia R_0 , es aquella que acierta bajo la tolerancia permitida por el DM en todos los criterios. La Ecuación 4.2.20 expone la suma total de aciertos obtenidos.

$$A(R) = \sum_{i=1}^p A(R_i) \quad (4.2.20)$$

En la Tabla 4.17 se realiza la sustitución de la ecuación 4.2.19 con los valores de las listas de compras sugeridas y la solicitada por el DM. En esta evaluación, el total de aciertos obtenidos del conjunto de listas sugeridas ha sido de cinco aciertos de un total de seis. Es decir cada lista puede obtener dos aciertos máximo debido a sus dos criterios y un mínimo de cero aciertos. Por lo tanto, esta evaluación se considera muy cercana a la satisfacción del DM bajo estudio (en este caso, un individuo con perfil de decisión cooperativo).

Tabla 4.17: Sustitución de valores en la ecuación 4.2.19.

Lista	Criterio	Operación	Comparación con φ^*	Acuerdo A(R)
Lista 1	Precio	$153.70-63.50 \div 53.70 = 0.182$	$0.8330475 \geq 0.182$	A(R)=1
	Contenido	$ 842-980 \div 842 = 0.163$	$0.8330475 \geq 0.163$	A(R)=2
Lista 2	Precio	$153.70-59.40 \div 53.70 = 0.106$	$0.8330475 \geq 0.106$	A(R)=3
	Contenido	$ 842-842 \div 842 = 0$	$0.8330475 \geq 0$	A(R)=4
Lista 3	Precio	$153.70-73.10 \div 53.70 = 0.361$	$0.8330475 \geq 0.361$	A(R)=5
	Contenido	$ 842-2480 \div 842 = 1.945$	$0.8330475 \geq 1.945$	A(R)=5

Después de contar el total de aciertos de las alternativas de solución (conjunto R), es necesario verificar si dicho número de aciertos se acerca a la expectativa de satisfacción ideal del DM. Para evaluar la satisfacción de las listas sugeridas por el VDM, debe obtenerse la proporción que representan los aciertos en las listas m del conjunto R . Con esta proporción se podrá conocer el porcentaje de satisfacción que cubren las respuestas correctas en el criterio p . Finalmente, este porcentaje debe compararse con la expectativa de satisfacción del DM.

Si el porcentaje de respuestas correctas supera o iguala la expectativa de satisfacción, entonces el conjunto R es aceptado. De lo contrario, será necesario reajustar los parámetros de satisfacción, preferencias y personalidad. La Ecuación 4.2.21 muestra el procedimiento descrito anteriormente, además de la sustitución del valor de los aciertos $A(R)$, el número de listas m y el número de criterios p . Dónde $A(R) = 5$, $m = 3$, $p = 2$ y $\varphi^* = 0.8330475$. El resultado indica que el conjunto de listas R alcanza la expectativa de satisfacción, por lo que las alternativas de solución son satisfactorias y eficientes para los intereses del DM.

$$\begin{aligned}
 \text{Hay satisfacción si } \dots & \quad \frac{A(R)}{m \times p} \geq |1 - \varphi^*| \\
 \text{Sustituyendo } \dots & \quad \frac{5}{(3 \times 2)} = 0.84 \\
 & \quad |1 - 0.8330475| = 0.1669525 \\
 \text{Sí, hay satisfacción} & \quad 0.84 \geq 0.1669525
 \end{aligned} \tag{4.2.21}$$

Cuando las alternativas de solución son cercanas a los esperado por el DM (como lo es en este caso), la decisión validada por la satisfacción es enviada a la interfaz gráfica. De lo contrario, el proceso volverá a actualizar los parámetros en general mientras la iteración lo permita. Es decir, si se ha recurrido a menos de i iteraciones o actualizaciones (por ejemplo, $i < 3$), será posible seguir alterando los parámetros para alcanzar un nivel de satisfacción más aproximado al solicitado por el DM.

Es necesario imponer un límite de iteraciones para evitar consumir demasiado tiempo en buscar un nivel de satisfacción más alto. Lo anterior se debe a que es posible que sino existen mejoras en mucho tiempo, puede ser porque ya se ha encontrado el grado de satisfacción para el DM. En caso de superar el número de iteraciones disponibles, las decisiones o conjunto de alternativas de solución serán enviadas a la interfaz gráfica para la evaluación del usuario.

Módulo estrategia de solución

El módulo estrategia de solución concetra un SRPSD (Sistema Relacional de Preferencias basado en Superación Difusa) que brinda soluciones a problemas multicriterio. Este módulo recibe los parámetros de influencia, los que contienen a los umbrales de preferencia influenciados por la personalidad y la satisfacción. De esta manera, las alternativas de solución podrán reducirse y aproximarse a lo solicitado por el DM. La estrategia de solución u optimizador planteado a aplicar es NOSGA-II. Sin embargo,

para fines de experimentación a futuro, puede ser que sea aplicada otra estrategia basada en preferencias para comparar los resultados.

Módulo interfaz

El módulo interfaz es el encargado de interactuar con el DM. Muestra la representación gráfica de las soluciones, la expresión verbal-no verbal y al DV con sus expresiones corporales.

4.3. CONTEXTOS DE DECISIÓN PARA EVALUAR LA SATISFACCIÓN MEDIANTE PROTOTIPOS

En esta sección, se presentan los casos de estudio que reúnen las características suficientes para su implementación y evaluación con el grado de satisfacción. Los casos de estudio fueron sugeridos en base a contextos cotidianos tratando de que dichas sugerencias de contextos no sean similares entre sí. Lo anterior se realiza para visualizar la diversidad del grado de satisfacción en los contextos de decisión. Los casos de estudio seleccionados son: venta de productos en línea y de educación.

De cada uno de estos casos de estudio se desprende un contexto específico, el cual será el que se caracterizará por medio de sus atributos más relevantes para asistir en la toma de decisiones. Los contextos específicos son: canasta de compras de productos alimenticios y la elaboración del horario escolar de un estudiante.

En ambos casos de aplicación, el agente virtual juega el rol de un DV que sugiere recomendaciones al DM real basadas en sus preferencias, personalidad y satisfacción. Por ejemplo, sugerencias de una canasta de compras que mejora calidad, precio o ambos criterios. O bien, la formulación de un horario escolar que cumpla con los estándares deseados del DM. A continuación se describen los contextos mencionados con anterioridad.

4.3.1. Venta de productos alimenticios en línea

La venta de productos alimenticios es uno de los negocios de mayor impacto en la comunidad debido a su amplia demanda. En la actualidad, las organizaciones han evolucionado a la compra-venta de dichos productos por medio de sitios web y aplicaciones móviles. Esto implica la ventaja del envío de los

productos solicitados a domicilio. Además, ofrecen una extensa variedad y productos que posiblemente no están en existencia en la localidad del usuario.

En este contexto, los criterios que asisten en la toma de decisiones son: la marca del producto, contenido, precio y cantidad. La disponibilidad de los productos, de acuerdo a lo solicitado por el cliente, define de alguna manera la satisfacción con respecto a los productos adquiridos, la calidad de los productos, así como la relación calidad-precio y su durabilidad.

4.3.2. Elaboración del horario escolar de un estudiante

El horario escolar generado por un estudiante refleja de alguna manera sus necesidades para facilitar la organización y optimización de su tiempo, así como su propio desempeño. Los atributos involucrados principalmente en este contexto son: dificultad de la materia o asignatura, la accesibilidad del profesor que imparte dicha asignatura, la hora del día en que se imparte la materia y el profesor en específico.

En este contexto, un horario escolar con profesores accesibles y preparados puede desencadenar satisfacción en la mayoría de los estudiantes. Lo anterior es debido a que una asignatura compleja impartida por un profesor que brinda asesorías puede generar confianza y buen desempeño en los estudiantes. Además, un profesor específicamente preferido por el estudiante, puede producir un impacto positivo en su desempeño y satisfacción. La hora en que se imparte la materia también tiene un impacto satisfactorio en los estudiantes si se ajusta a sus necesidades. Por el contrario, si el profesor no brinda asesorías acerca de una asignatura compleja en un horario que no se ajusta a las necesidades del estudiante, es probable que le produzca un bajo desempeño y satisfacción escolar.

4.4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS MODELOS DE SATISFACCIÓN Y PERSONALIDAD

En esta sección se muestra a manera de pseudocódigos los módulos de proceso involucrados en la arquitectura de agentes propuesta en este trabajo de investigación (Fig. 4.2). En particular, se presentan los módulos de los modelos de satisfacción y el modelo de personalidad MPBCD-II (Modelo de Personalidad Bajo un Contexto de Decisión II).

4.4.1. Modelo de satisfacción personal

Esta sección muestra los cuatro algoritmos involucrados en el modelo de satisfacción propuesto en este trabajo de investigación.

Procedimiento general del modelo de satisfacción personal

El algoritmo 1 muestra la función general que ejecuta las funciones que comprenden al modelo de satisfacción. Dichas funciones definen los parámetros de satisfacción, actualizan parámetros generales (satisfacción, preferencias y personalidad) y validan los niveles de satisfacción (decisiones).

Algorithm 1 Procedimiento general de la función del *Modelo de Satisfacción Personal*, el cual llama a las demás funciones involucradas, las cuales representan a los módulos dentro de la arquitectura del agente.

```

1: function MODELO_SATISFACCION_PERSONAL(peticion_procesada, perfil_satisfaccion, parametros_comportamiento)
2:   parametros_satisfaccion=Modulo_Definicion_Parametros_Satisfaccion(perfil_satisfaccion)
3:   decisiones=Modulo_Actualizacion_Parametros(parametros_satisfaccion, parametros_comportamiento)
4:   Modulo_Validacion_Nivel_Satisfaccion(decisiones, peticion_procesada)
5: end function

```

Definición de parámetros de la satisfacción

El algoritmo 2 muestra la función que define los parámetros de satisfacción utilizando el perfil de satisfacción. El perfil de satisfacción proporciona elementos relevantes de un servicio, producto o contexto, tales como su calidad, desempeño, expectativas reales e ideales sobre su desempeño, entre otros.

Algorithm 2 Función de la *Definición de Parámetros de la Satisfacción*, la cual calcula los parámetros de la satisfacción mediante el perfil de satisfacción.

```

1: function MODULO_DEFINICION_PARAMETROS_SATISFACCION (perfil_satisfaccion)
2:   datos_desempeño_calidad_valor_igualdad=Datos_Entrada(perfil_satisfaccion)
3:   interpretar_satisfaccion_igualdad_RIASEC=Procesos(datos_desempeño_calidad_valor_igualdad)
4:   parametros_satisfaccion=Resultados(interpretar_satisfaccion_igualdad_RIASEC)
5:   return parametros_satisfaccion
6: end function

```

Actualización de parámetros

El algoritmo 3 presenta la función que actualiza parámetros de satisfacción y preferencias con la personalidad, verificando si existe equilibrio entre los rasgos de la personalidad intensificados. En caso de existir equilibrio entre los rasgos de personalidad, los umbrales de preferencia serán enviados al proceso deliberativo, recibiendo su respuesta (decisiones). De lo contrario, los rasgos serán actualizados e influirán los umbrales de preferencia con los parámetros de satisfacción y los rasgos de personalidad actualizados. Finalmente, dichos umbrales son enviados al proceso deliberativo para recibir su respuesta.

<p>Algorithm 3 Función de <i>Actualización de Parámetros</i> mediante los rasgos de la personalidad.</p> <pre> 1: function ACTUALIZACION_PARAMETROS(parametros_satisfaccion, parametros_comportamiento) 2: rasgos_intensificados=Intensificar_Rasgos_Personalidad(parametros_comportamiento[rasgos]) 3: if rasgos_intensificados[patiencia]>rasgos_intensificados[desesperacion] then 4: if rasgos_intensificados[timidez]>rasgos_intensificados[pereza] then 5: if rasgos_intensificados[valentia]>rasgos_intensificados[cobardia] then 6: decisiones=Proceso_Deliberativo(parametros_comportamiento[umbrales_preferencia]) 7: decisiones.add(rasgos_intensificados) 8: end if 9: end if 10: else 11: rasgos_actualizados=Actualizar_Rasgos(rasgos_intensificados) 12: umbrales_preferencia_actualizados=Influir_Params_Satisf_Pref_Con_Pers(parametros_satisfaccion, rasgos_actualizados, parametros_comportamiento[umbrales_preferencia]) 13: decisiones=Proceso_Deliberativo(umbrales_preferencia_actualizados) 14: decisiones.add(rasgos_actualizados) 15: end if 16: return decisiones 17: end function </pre>
--

Validación del nivel de satisfacción

El algoritmo 4 expone la función que determina el grado de satisfacción evaluando la cercanía de las decisiones (resultado del proceso deliberativo) con la petición inicial del usuario. Es decir, la comparativa entre la expectativa de satisfacción real con la ideal. En caso de que el grado de satisfacción sea cercano a la petición solicitada inicialmente por el usuario, dichas decisiones serán mostradas mediante la interfaz gráfica al usuario. En caso contrario, los rasgos volverán a ser actualizados conjuntamente con los umbrales de preferencia, siendo estos últimos enviados al proceso deliberativo recibiendo las decisiones que serán mostradas en la interfaz gráfica.

Algorithm 4 Función de Actualización de Parámetros mediante los rasgos de la personalidad.

```

1: function MODULO_VALIDACION_NIVEL_SATISFACCION(decisiones, peticion_procesada)
2:   grado_satisfaccion=Determinar_Grado_Satisfaccion(decisiones, peticion_procesada)
3:   if grado_satisfaccion[porcent_aciertos] ≥ grado_satisfaccion[porcent_min_tolerancia_satisf] then
4:     Interfaz_Grafica(decisiones)
5:   else
6:     if iteracion < 3 then
7:       rasgos_actualizados=Actualizar_Rasgos(decisiones[rasgos_intensificados])
8:       umbrales_preferencia_actualizados=Influir_Params_Satisf_Pref_Con_Pers(rasgos_actualizados,
9:       parametros_comportamiento[umbrales_preferencia])
10:      decisiones_validadas=Proceso_Deliberativo(umbrales_preferencia_actualizados)
11:      Interfaz_Grafica(decisiones_validadas)
12:     end if
13:   end if
14: end function

```

4.4.2. Modelo MPBCD-II

Esta sección muestra los cuatro algoritmos de los módulos dentro del modelo de personalidad MPBCD-II de este trabajo de investigación. Estos algoritmos ofrecen los rasgos de personalidad y umbrales de preferencia complementarios para el modelo de satisfacción personal.

Procedimiento general del modelo MPBCD-II

El algoritmo 5 muestra la función general que ejecuta las funciones que comprenden al modelo de MPBCD-II. En términos generales, MPBCD-II describe la personalidad de un individuo mediante un perfil de personalidad. Además, obtiene las preferencias del DM mediante umbrales representativos e infiere aspectos o rasgos de la personalidad basados en la satisfacción utilizando los modelos de personalidad OCEAN, MBTI y KTS.

Descripción del perfil de personalidad

El algoritmo 6 muestra la descripción de la personalidad de un individuo por medio de los modelos OCEAN, MBTI y KTS. Este módulo proporciona la intensidad de la actitud y la tolerancia a las decisiones distintas a la preferencia de un individuo.

Algorithm 5 Procedimiento general del *Modelo de Personalidad*, el cual proporciona los parámetros del comportamiento.

```

1: function MODELO_PERSONALIDAD_MPBCD-II(datos_personalidad, corpus_procesado)
2:   parametros_intensidad_tolerancia=Describir_Perfil_Personalidad(datos_personalidad)
3:   umbrales_preferencia_perfil_decision=Inferir_Umbrales(corpus_procesado,           parametros_intensidad_tolerancia)
4:   parametros_valor_igualdad_utilidad_rasgos=Inferir_Aspectos_Personalidad(datos_personalidad)
5:   parametros_comportamiento.add(parametros_valor_igualdad_utilidad_rasgos)
6:   parametros_comportamiento.add(umbrales_preferencia_perfil_decision)
7:   return parametros_comportamiento
8: end function

```

Algorithm 6 Módulo para *Describir el Perfil de Personalidad*, utilizando los modelos de personalidad OCEAN, MBTI y Keirsej.

```

1: function DESCRIBIR_PERFIL_PERSONALIDAD(datos_personalidad)
2:   intensidad=Intensidad_De_Actitud(datos_personalidad[OCEAN], datos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
3:   tolerancia=Tolerancia(intensidad, datos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
4:   parametros_intensidad_tolerancia.add(intensidad)
5:   parametros_intensidad_tolerancia.add(tolerancia)
6:   return parametros_intensidad_tolerancia
7: end function

```

Inferencia de umbrales

El algoritmo 7 presenta la forma en que se obtienen las preferencias representativas del individuo o DM, además del perfil de decisión al que pertenece. Los umbrales inferidos cuentan con la influencia de la personalidad mediante la intensidad de la actitud y la tolerancia a las decisiones diferentes a lo preferido.

Inferencia de aspectos de la personalidad

El algoritmo 8 demuestra la manera en que se infieren los aspectos o rasgos de la personalidad para generar parámetros de la personalidad basados en la satisfacción. Se utiliza el modelo de personalidad OCEAN para cuantificar los elementos principales de los modelos MBTI (enfoques) y KTS (temperamentos). Cada uno de los rasgos de personalidad se relaciona con los parámetros de la personalidad (valor, igualdad y utilidad) mediante sus descripciones, que de alguna manera reflejan satisfacción.

Algorithm 7 Módulo *Inferir Umbrales*, los cuales representarán las preferencias del DV.

```

1: function INFERIR_UMBRALES(corpus_procesado, parametros_intensidad_tolerancia)
2:   perfil_decision=Generar_Descripción_Del_Perfil(datos_personalidad[OCEAN],      da-
   tos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
3:   umbrales_preferencia=Inferir_Umbrales(corpus_procesado, parametros_intensidad_tolerancia, da-
   tos_personalidad[OCEAN], datos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
4:   umbrales_preferencia_perfil_decision.add(perfil_decision)
5:   umbrales_preferencia_perfil_decision.add(umbrales_preferencia)
6:   return umbrales_preferencia_perfil_decision
7: end function

```

Algorithm 8 Módulo *Inferir Aspectos de la Personalidad*, que se encuentran basados en la satisfacción y se generan a través de los modelos de personalidad OCEAN, MBTI y KTS.

```

1: function INFERIR_ASPECTOS_PERSONALIDAD(datos_personalidad)
2:   parametro_valor_rasgos=Personalidad_Basada_En_Valor(datos_personalidad[OCEAN],      da-
   tos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
3:   parametro_igualdad_rasgos=Personalidad_Basada_En_Igualdad(datos_personalidad[OCEAN], da-
   tos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
4:   parametro_utilidad_rasgos=Personalidad_Basada_En_Utilidad(datos_personalidad[OCEAN], da-
   tos_personalidad[MBTI], datos_personalidad[KTS])
5:   parametros_valor_igualdad_utilidad_rasgos.add(parametro_valor_rasgos)
6:   parametros_valor_igualdad_utilidad_rasgos.add(parametro_igualdad_rasgos)
7:   parametros_valor_igualdad_utilidad_rasgos.add(parametro_utilidad_rasgos)
8:   return parametros_valor_igualdad_utilidad_rasgos
9: end function

```

Experimentación

En esta sección se presentan los experimentos realizados en este trabajo. La experimentación consiste en validar el funcionamiento del modelo de satisfacción mediante dos contextos de decisión. El primer contexto o caso de estudio, es el de compras de productos alimenticios. La experimentación en este caso de estudio consiste principalmente en comparar los resultados de procesos cognitivos que integren el modelo de satisfacción contra aquellos que no lo integran. El segundo caso de estudio es la formación de horarios escolares desde la perspectiva de un estudiante. La experimentación en el caso de estudio de formación de horarios consta de la interacción con DM's reales que evalúan los resultados entregados por el modelo de satisfacción. Esta evaluación se realiza por medio de las siguientes estrategias: una calificación (estrellas) de los resultados y una encuesta de satisfacción. Estas estrategias representan la expectativa de satisfacción del DM y funcionan como una medida de desempeño para evaluar el modelo de satisfacción.

En la sección 5.1 se presenta el diseño experimental, el cual explica la manera en que la hipótesis debe comprobarse. En la Sección 5.2 se expone el caso de estudio de compras de productos alimenticios con el que ha sido evaluado el modelo de satisfacción propuesto. En la sección 5.3 se presenta el caso de estudio de formación de horarios escolares que propone medidas de desempeño para evaluar el funcionamiento del modelo de satisfacción. En la sección 5.4 se presenta la configuración aplicada en la metaheurística de solución u optimizador integrado en el proceso deliberativo del agente virtual.

5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental presenta los elementos necesarios para comprobar la hipótesis de este trabajo de investigación mediante la experimentación. La hipótesis a validar menciona que los modelos de preferencias, personalidad y satisfacción, proporcionarán los elementos suficientes para desarrollar un modelo del grado de satisfacción. Además, el modelo de satisfacción será capaz de mejorar el proceso de toma de decisiones de un agente inteligente con el rol de un DV en un contexto de optimización multicriterio.

Una de las configuraciones utilizadas para la experimentación consiste en comparar soluciones influenciadas con características de satisfacción contra aquellas soluciones que no consideren dichas características. La siguiente configuración involucra la interacción de DM's reales con un agente virtual, los cuales califican los resultados o sugerencias entregados por el agente mediante medidas de desempeño.

Las soluciones que integran características de satisfacción, personalidad y preferencias del DM, provienen de aplicar el modelo de satisfacción propuesto, de la metaheurística NOSGA-II basada en preferencias (Fernández et al., 2011a) y del modelo de personalidad (MPBCD-II). Las soluciones que solo integran características de personalidad y preferencias del DM provienen de la aplicación del modelo de impacto preferencial de MPBCD-II y la estrategia NOSGA-II. Estas soluciones representan un conjunto de carteras de proyectos (Carazo et al., 2010) que contienen los elementos contextuales buscados por el DM y los sugeridos por el DV. Ambos conjuntos de carteras (generadas con/sin características de satisfacción) se compararán para validar la hipótesis propuesta. Por otra parte, fue desarrollada una aplicación web bajo el caso de estudio de formación de horarios escolares. Por medio de esta aplicación, el DM recibirá soluciones de un agente virtual de acuerdo a sus intereses. Dichas soluciones provienen del modelo de satisfacción y de la metaheurística NOSGA-II. Las soluciones serán evaluadas por el DM mediante los mecanismos de calificación proporcionados por la aplicación web. De esta manera, será posible obtener la medida de desempeño del DM sobre las soluciones ofrecidas por el modelo de satisfacción.

La configuración de la experimentación de validación de hipótesis, relacionada con el caso de estudio de compra de productos alimenticios, se aplica a cuatro individuos que reflejen características diferentes para contrastar las soluciones generadas. Estos individuos serán identificados bajo los perfiles de personalidad optimista, colaborativo, indagador y estricto. Un parámetro indicará su tolerancia a soluciones diferentes a su decisión y un conjunto de parámetros cuantificará su satisfacción desde la perspectiva de la personalidad. La segunda configuración de la experimentación de validación de la

hipótesis, relacionada con el caso de estudio de formación de horarios escolares, emplea 30 individuos que interactúan con el agente virtual de la aplicación web desarrollada. La interacción tiene la finalidad de conocer el porcentaje de individuos que aprueban el desempeño del modelo de satisfacción a través de las soluciones generadas. Los individuos también son identificados bajo los mismos perfiles de personalidad y utilizan el mismo conjunto de parámetros que en el caso de estudio de compra de productos alimenticios.

Para recopilar la información sobre la personalidad de los individuos se utiliza el cuestionario basado en tipos de personalidad del modelo MBTI (The-Myers-Briggs-Foundation, 2022) y el cuestionario IPIP-NEO (Penn-State, 2018) basado en rasgos de personalidad. El cuestionario IPIP-NEO utiliza las dimensiones y facetas del modelo FFM-OCEAN (McCrae and John, 1992). Los perfiles de personalidad, los parámetros de personalidad que caracterizan la satisfacción y el parámetro de tolerancia, se tomarán del modelo MPBCD-II.

La información sobre las preferencias de los individuos sometidos a experimentación se recopilan a través de un cuestionario basado en algún contexto de decisión específico. En este caso, los contextos son la compra de productos alimenticios (Castro-Rivera, 2018) y la elaboración de un horario escolar (sección Anexos E). Ambos contextos se describen en la sección 4.3. De esta forma, se podrán generar parámetros representativos de las preferencias de un DM, los cuales son: indiferencia, preveto, veto, credibilidad, asimetría y simetría. El cuestionario de preferencias proporcionará la información necesaria para generar los parámetros de preferencia a través del modelo de impacto preferencial del modelo MPBCD-II.

La información sobre el perfil de satisfacción se obtendrá a través de un cuestionario propuesto en este trabajo, cuya estructura se presenta en la sección 4.2. El perfil de satisfacción proporciona información necesaria para influir en el proceso cognitivo y deliberativo del agente virtual. Para el caso de estudio de compra de productos alimenticios, se utilizará un único perfil de satisfacción (resultados del cuestionario de satisfacción y de la prueba RIASEC (CTE, 2022; Deng et al., 2007)). Es decir, en la experimentación con los cuatro sujetos de estudio. La razón para experimentar con el mismo conjunto en el proceso de decisión de los cuatro individuos es observar el impacto positivo de la satisfacción en las preferencias. Independientemente de las características de personalidad del DM. En el caso de estudios de formación de horarios escolares, el perfil de satisfacción utilizado corresponde al de cada uno de los 30 DM. El propósito es observar el impacto positivo que tiene el perfil de satisfacción cuando le pertenece al individuo bajo estudio. Esto en comparación con el experimento anterior, donde el perfil de satisfacción es compartido por todos los individuos involucrados en el experimento.

En la configuración de la experimentación con el caso de estudio de compra de productos alimenticios, el DV proporciona un conjunto de instancias generadas con/sin la influencia del modelo de satisfacción. Cada instancia será evaluada utilizando la métrica del grado de satisfacción propuesta en este trabajo para determinar si cumple con las expectativas del DM. Estas instancias estarán compuestas por lo solicitado por el DM en el contexto de compra de productos alimenticios. En este conjunto se simula que los cuatro sujetos de estudio solicitan adquirir el mismo tipo de productos (por ejemplo, agua, leche y pan). En la configuración de la experimentación con el caso de formación de horarios escolares, el DV ofrece sugerencias de horario al DM. De igual manera que el caso de estudio anterior, las sugerencias de horario están compuestas por lo solicitado por el DM (asignaturas). Dichas sugerencias previamente fueron aprobadas por la métrica del grado de satisfacción. Es decir, son sugerencias que el agente considerada que cumplen con la expectativa del DM. Finalmente, el DM es quien evaluará mediante el mecanismo de calificación y encuesta de satisfacción si realmente las sugerencias cumplen su expectativa.

Los resultados obtenidos al evaluar el conjunto de instancias de los individuos, en el caso de estudio de compra de productos alimenticios, será comparado a través de la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon. Esta prueba estadística indicará si existen o no diferencias significativas entre las soluciones o instancias con/sin satisfacción. Los resultados obtenidos del caso de estudio de formación de horarios escolares, a través de la medida de desempeño proporcionada por cada DM, indicará si el modelo de satisfacción funciona adecuadamente. En otras palabras, si en realidad cumple con su expectativa de satisfacción, emulando correctamente sus características de satisfacción, personalidad y preferencias en la toma de decisiones.

5.2. CASO DE ESTUDIO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Uno de los casos de estudio en el que se realiza esta investigación gira en torno a la compra de productos alimenticios. En este contexto, el cliente realiza una solicitud o pedido de productos a un vendedor virtual que ofrece sugerencias basadas en su pedido, con la intención de satisfacer las expectativas del DM. La Tabla 5.1 presenta los productos utilizados en el caso de estudio de compra de productos alimenticios, que consta de 55 variantes de productos y 2 criterios (precio y contenido). A partir de los productos anteriores serán formadas las listas de compras (carteras), tanto de la solicitud del DM, como las sugerencias del DV.

Tabla 5.1: Listado de los productos utilizados en la experimentación con el caso de estudio de compra de productos alimenticios.

No.	Producto	Precio	Contenido	No.	Producto	Precio	Contenido
1	Agua	5.8	600	29	Leche	21	1000
2	Agua	6	1000	30	Leche	28.3	1500
3	Agua	8	1500	31	Malteada	7.2	250
4	Agua	12	2000	32	Malteada	8.5	200
5	Agua	8.5	600	33	Malteada	7.2	250
6	Agua	12.6	1500	34	Malteada	21.5	1000
7	Agua	6	500	35	Pan integral	29.5	480
8	Agua	9	1500	36	Pan integral	34.5	680
9	Agua	9	2000	37	Pan integral	30.7	567
10	Café instantáneo	38	180	38	Pan integral	82	540
11	Café instantáneo	41	180	39	Pan integral	64	450
12	Café instantáneo	63	205	40	Pan dulce	32	240
13	Café instantáneo	90	225	41	Pan dulce	9.9	62
14	Café instantáneo	155.5	350	42	Pan dulce	32.9	240
15	Café instantáneo	399	1200	43	Pan dulce	31.9	330
16	Café instantáneo	62	120	44	Pan dulce	14	200
17	Soda	13.1	600	45	Postre	115	700
18	Soda	12	355	46	Postre	11	114
19	Soda	29	2000	47	Postre	24.5	324
20	Soda	30.6	2500	48	Postre	15.4	14
21	Soda	34.5	3000	49	Café instantáneo	47.5	180
22	Soda	10	600	50	Leche	50	1000
23	Soda	8	355	51	Malteada	50	1000
24	Soda	21.9	2000	52	Café instantáneo	41.9	250
25	Soda	24	2500	53	Pan dulce	13.9	125
26	Soda	25	3000	54	Malteada	8.5	200
27	Leche	19.9	1000	55	Pan dulce	6	100
28	Leche	18.9	1000				

5.3. CASO DE ESTUDIO DE ELABORACIÓN DEL HORARIO ESCOLAR DE UN ESTUDIANTE

Otro de los escenarios de estudio para validar el modelo de satisfacción propuesto en esta investigación, es el caso de estudio de la elaboración de un horario escolar. El horario escolar se realiza desde la perspectiva de un estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. De la misma manera que en el contexto de compra de productos alimenticios, el estudiante realiza una

solicitud de carga académica a un coordinador virtual de la institución educativa. El coordinador ofrece sugerencias basadas en la solicitud del estudiante con la intención de satisfacer sus expectativas. La tabla 2.1 presenta un extracto de los 70 profesores utilizados en el caso de estudio de la elaboración del horario escolar. El listado completo de los profesores puede encontrarse en la sección Anexos B. Este listado tiene el propósito de proporcionar la información del caso de estudio para replicar el experimento si se desea.

Los criterios considerados de interés para que el estudiante forme el horario escolar son: la accesibilidad del profesor, la dificultad de la materia, la hora del día en que será impartida la materia y la identidad de un profesor en específico. La accesibilidad del profesor se refiere a un profesor con posibilidades de ofrecer asesorías sobre la materia que imparte, lo que puede ayudar al estudiante a obtener un mayor entendimiento. La información que fue considerada como la accesibilidad del profesor ha sido obtenida de la institución educativa del TecNM/ITCM mediante las horas por contrato de cada docente. Aquellos profesores con 12 horas son quienes podrían brindar mayor accesibilidad, debido a que tienen más disponibilidad de tiempo para brindarle asesorías a sus estudiantes. Por el contrario, aquellos con 25 horas se encuentran con menor disponibilidad para asesorar a sus estudiantes en sus dudas sobre la materia. Dicha accesibilidad puede observarse en la Tabla 2.1.

Tabla 5.2: Extracto de profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de un horario escolar.

No.	Profesor	Hora inicio	Hora final	Accesibilidad
1	Emilio C. R.	10	17	18
2	Juan Chuey R.	8	18	25
3	Juan C. López	8	16	18
4	Gregorio Hdz. P.	8	16	12
5	Diana E. C.	8	12	12
6	Roberto Meza C.	10	17	18
7	Fernando Manz. G.	16	21	25
8	Antonio Aguillón H.	8	16	18
9	Eruviel Basáñez C.	9	16	18
10	Luis Cruces A.	7	14	12
...

En el caso de la dificultad de la materia se pretende indicar las horas teóricas y prácticas que abarca la materia. Para cuantificar la dificultad de la materia se propuso una regla a partir de la información de las horas teóricas y prácticas de cada materia de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del TecNM/ITCM. En la sección Anexos C se muestra la forma en que se calcula el grado de dificultad de la materia.


La hora en que se imparte la materia y en particular el profesor que la imparte, son otros de los indicadores que complementan la accesibilidad y dificultad del profesor. Por ejemplo, si un estudiante prefiere el turno vespertino y se le asigna una materia por la mañana con un profesor poco accesible, es probable que el estudiante reduzca su desempeño educativo y por ende, su satisfacción.

En la Tabla 5.3 se observan las 52 materias empleadas en el caso de estudio de formación de un horario escolar. A partir de dichos profesores y materias serán formados los horarios (carteras), tanto el de la solicitud del estudiante, como los de las sugerencias del coordinador virtual de la institución educativa.

Tabla 5.3: Materias utilizadas en la experimentación con el caso de estudio de formación de un horario escolar.

No.	Materia	Dificultad	Semestre	No.	Materia	Dificultad	Semestre
1	Cálculo Diferencial	2	1	27	Graficación	3	5
2	Fund. de Inv.	1	1	28	Fund. de Telecom.	3	5
3	Fund. de Prog.	5	1	29	Taller de Base de Datos	6	5
4	Taller de Admón.	1	1	30	Fund. de Ing. de Soft.	1	5
5	Taller de Ética	1	1	31	Len. y Autómatas I	2	6
6	Mat. Discretas	2	1	32	Leng. de Interfaz	3	6
7	Cálculo Integral	2	2	33	Mod. Matemáticos	4	9
8	Prob. y Estadística	2	2	34	Redes de Comp.	5	6
9	Prog. Orientada a Objetos	5	2	35	Admón. de Base de Datos	7	6
10	Física Gral.	2	2	36	Ing. de Soft.	2	6
11	Contabilidad Financiera	1	2	37	Simulación	2	9
12	Química	3	2	38	Lenguajes y Autómatas II	2	7
13	Cálculo Vectorial	2	3	39	Sist. Prog.	3	7
14	Álgebra Lineal	2	3	40	Diseño de Alg.	3	6
15	Estructura de Datos	5	3	41	Conm. y Enr. en Redes de Datos	5	7
16	Princ. Eléc. y Apl. Dig.	5	3	42	Taller de Inv. I	1	7
17	Cultura Empresarial	1	3	43	Gestión de Proy. de Soft.	2	7
18	Sist. Operativos	3	3	44	Prog. Lóg. y Funcional	3	8
19	Ec. Diferenciales	2	4	45	Prog. Web I	7	9
20	Inv. de Operaciones	1	4	46	Admón. de Redes	6	8
21	Tóp. Avanzados de Prog.	5	4	47	Taller de Inv. II	1	8
22	Arq. de Comp.	2	4	48	Tóp. de Sist. Inteligentes I	1	9
23	Fund. de Base de Datos	4	4	49	Inteligencia Artificial	3	8
24	Taller de Sist. Operativos	6	4	50	Prog. Web II	3	9
25	Mét. Numéricos	1	5	51	Prog. para Disp. Móviles	3	8
26	Desarrollo Sostenible	2	5	52	Tóp. de Sist. Inteligentes II	1	9

Para realizar la experimentación de este caso de estudio fue desarrollado un agente virtual con el rol de un coordinador del TecNM/ITCM. El agente asiste por medio de diálogos reactivos al estudiante sobre el uso de la aplicación de selección de materias para elaborar su horario escolar. En la Figura 5.1 se muestra la selección de materias que el estudiante puede realizar de acuerdo a su plan de estudios. Además, es posible observar el peso por cada uno de los criterios expuestos anteriormente. Este peso se representa del 1 al 10, dónde el criterio con mayor peso tendrá mayor relevancia para el estudiante al momento de formar las sugerencias de horario por parte del agente virtual. Estos valores (pesos) se obtienen de la aplicación del cuestionario de preferencias propuesto en esta investigación (basado en el trabajo de Castro-Rivera (2018)). El cuestionario de preferencias propuesto en este trabajo puede encontrarse en la sección Anexos.E.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE					
No. de control	Nombre del alumno	Semestre	Carrera	Perfil de personalidad	Perfil decisional
25	María Lucila Morales Rodríguez	3	Ingeniería en Sistemas Computacionales	ISTJ	Estricto

SELECCIÓN DE MATERIAS				
ID de la materia	Materia	ID del profesor	Nombre del profesor	Acción
13	Cálculo Vectorial	44	Marco Antonio Olguin Amador	Agregar
13	Cálculo Vectorial	63	Carlos Romero Alonso	Agregar
14	Álgebra Lineal	47	Faustino Ochoa Balderas	Agregar
14	Álgebra Lineal	48	Nicolas Duron Mendoza	Agregar

CARGA ACADÉMICA SELECCIONADA				
ID de la materia	Materia	ID del profesor	Nombre del profesor	Acción
13	Cálculo Vectorial	44	Marco Antonio Olguin Amador	Quitar
14	Álgebra Lineal	47	Faustino Ochoa Balderas	Quitar

Preferencias (opcional)

Puntos disponibles de criterios: 0

Dificultad de la materia: < 1 >

Accesibilidad del profesor: < 3 >

Hora de la materia: < 2 >

Profesor: < 4 >

Horas máximas que desea permanecer en la institución: 6 hrs

GUARDAR HORARIO

Figura 5.1: Selección de materias para la formación del horario escolar.

La Figura 5.2 muestra las sugerencias generadas por el agente virtual de acuerdo a la solicitud de horario del estudiante. El agente le ofrece máximo 10 sugerencias, de las cuales el estudiante puede elegir la más conveniente o cercana a sus intereses mediante el botón *Aceptar* y *Terminar*. En caso contrario, puede presionar el botón *Volver a Generar la Carga Académica Sugerida* para volver

a generar sugerencias, asegurándose de modificar los pesos de los criterios para obtener resultados diferentes.

The screenshot displays a web interface for a student's academic schedule. At the top, there is a header with the logo of the Tecnológico Nacional de México. Below the header, the interface is divided into several sections:

- INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:** A table with columns for 'No. de control', 'Nombre del alumno', 'Semestre', 'Carrera', 'Perfil de personalidad', and 'Perfil decisional'. The data row shows: 25, María Lucila Morales Rodríguez, 3, Ingeniería en Sistemas Computacionales, ISTJ, and Estricto.
- CARGA ACADÉMICA SOLICITADA:** A table with columns for 'ID de la materia', 'Materia', 'ID del profesor', and 'Nombre del profesor'. It lists 'Cálculo Vectorial' (ID 44, Professor: Marco Antonio Olguin Amador) and 'Álgebra Lineal' (ID 47, Professor: Faustino Ochoa Balderas).
- ACADEMICA SUGERIDA POR KATHIA, NÚMERO 1:** A table with columns for 'materia', 'Dificultad de la materia', 'Accesibilidad del profesor', 'Hora', 'ID del profesor', and 'Nombre del profesor'. It lists 'Álgebra Lineal' (Difficulty: 2, Accessibility: 25, Hour: 14-15, ID: 47, Professor: Faustino Ochoa Balderas) and 'Cálculo Vectorial' (Difficulty: 2, Accessibility: 12, Hour: 15-16, ID: 44, Professor: Marco Antonio Olguin Amador).
- Preferencias (opcional):** A panel on the left with a 'Puntos disponibles de criterios: 0' indicator and sliders for 'Dificultad de la materia', 'Accesibilidad del profesor', 'Hora de la materia', and 'Profesor'. It also includes a dropdown for 'Horas máximas que desea permanecer en la institución: 6 hrs'.
- Buttons:** 'ACEPTAR Y TERMINAR' and 'VOLVER A GENERAR LA CARGA ACADÉMICA SUGERIDA'.
- Rating:** A star rating system with 5 stars and a 'Calificación del horario: 0' indicator.

A callout box on the left side of the 'CARGA ACADÉMICA SOLICITADA' table contains the following text: 'Estas son las cargas académicas encontradas de acuerdo a su petición. Seleccione la carga académica de su preferencia utilizando las viñetas (numeradas del 1 al 10) ubicadas bajo las cargas académicas sugeridas'.

Figura 5.2: Sugerencias del horario escolar generadas por el agente virtual basado en la solicitud del estudiante.

Como medida de desempeño adicional a la propuesta en el modelo de satisfacción, se considera la opinión del estudiante con respecto a los resultados u horarios sugeridos por el coordinador virtual. En la Figura 5.3 se observa la propuesta para recopilar la opinión del estudiante sobre el horario aceptado mediante figuras de estrellas cuantificadas en una escala del 1 al 5. Entre mayor valor, mayor calificación o satisfacción con respecto al horario aceptado.

Además de la opinión del estudiante valuada por medio de estrellas, también se considera una encuesta de satisfacción como medida de desempeño. La Figura 5.4 presenta la encuesta de satisfacción del estudiante sobre el horario que ha aceptado. Por medio de estas medidas de desempeño se pretende comparar con el grado de satisfacción del modelo de satisfacción. Lo anterior tiene el propósito de concluir que los resultados proporcionados por el modelo de satisfacción cubren la expectativa de un DM real.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE

No. de control	Nombre del alumno	Semestre	Carrera	Perfil de personalidad	Perfil decisional
25	María Lucila Morales Rodríguez	3	Ingeniería en Sistemas Computacionales	ISTJ	Estricto

CARGA ACADÉMICA SOLICITADA

ID de la materia	Materia	ID del profesor	Nombre del profesor
13	Cálculo Vectorial	44	Marco Antonio Olguin Amador
14	Álgebra Lineal	47	Faustino Ochoa Balderas

CARGA ACADÉMICA SUGERIDA POR KATHIA, NÚMERO 1

ID de la materia	Materia	Dificultad de la materia	Accesibilidad del profesor	Hora	ID del profesor	Nombre del profesor
14	Álgebra Lineal	2	25	16-17	47	Faustino Ochoa Balderas
13	Cálculo Vectorial	2	12	15-16	44	Marco Antonio Olguin Amador

Preferencias (opcional)
 Puntos disponibles de criterios: 0
 Dificultad de la materia: 1
 Accesibilidad del profesor: 2
 Hora de la materia: 2
 Profesor: 4
 Horas máximas que desea permanecer en la institución: 6 hrs

Calificación del horario: 3

Figura 5.3: Estrategia de calificación del horario escolar generado por el agente virtual a través de estrellas.

EVALUACIÓN DE HORARIO

¿Cumple con el desempeño esperado?

¿Cumple la calidad esperada?

¿Representa algún impacto emocional?

¿Cumplió con la expectativa que esperaba?

¿Qué tanto cumplió con su expectativa?

Enviar Encuesta

Figura 5.4: Encuesta de satisfacción sobre el horario escolar aceptado por el estudiante.

5.4. CONFIGURACIÓN DE LA METAHEURÍSTICA BASADA EN PREFERENCIAS, NOSGA-II

En esta sección se describe la configuración de la metaheurística NOSGA-II para la generación de las sugerencias basadas en los elementos deseados por el DM, según el contexto de optimización. Esta estrategia se encuentra integrada en un algoritmo genético, cuyos parámetros de configuración para la experimentación son los siguientes:

- 30 corridas y 100 generaciones.
- Técnica de selección por Torneo.
- Operador de cruza uniforme.
- Operador de mutación por cambio de bit con porcentaje de mutación 0.01.

Análisis de resultados

6.1. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO DE COMPRAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

La Tabla 6.1 muestra los datos de cuatro DM para generar las listas de compras. Esta información fue obtenida a partir del cuestionario propuesto en el trabajo de Castro-Rivera (2018). El cuestionario es necesario para generar parámetros representativos de las preferencias de un DM a través del modelo MPBCD-II. El cuestionario recopila información sobre las preferencias del DM según un contexto de decisión (compra de productos alimenticios).

Los productos alimenticios presentados en la Tabla 5.1 son los que utiliza el cuestionario para adquirir la información preferencial del DM. En la Tabla 6.1 se muestran los parámetros o umbrales de preferencia dados por el modelo MPBCD-II con la influencia de la satisfacción (CS) y sin la influencia de la satisfacción (SS). Los valores presentados están redondeados a dos cifras después del punto.

Tabla 6.1: Umbrales de preferencia resultantes de la aplicación del cuestionario de preferencia de Castro-Rivera (2018) en los cuatro DM bajo estudio

Perfil	Estatus	Umbrales							
		Criterios	q	u	v	λ	β	ε	φ
Optimista	CS	Precio	36.71	47.20	56.28	0.63	0.02	0.01	1.23
		Contenido	800.54	1039.43	1248.25				
	SS	Precio	35.93	41.63	47.33	0.54	0.02	0.01	0.91
		Contenido	783.41	916.62	1049.83				
Colaborativo	CS	Precio	24.63	38.52	47.26	0.85	0.096	0.041	0.83
		Contenido	192.04	328.93	424.33				
	SS	Precio	23.78	31.81	39.85	0.71	0.08	0.04	0.58
		Contenido	185.37	271.58	357.79				
Indagador	CS	Precio	35.01	44.38	49.28	0.93	0.13	0.06	0.39
		Contenido	179.95	343.55	483.67				
	SS	Precio	34.39	38.8	43.21	0.8	0.12	0.06	0.30
		Contenido	176.76	300.4	424.05				
Estricto	CS	Precio	15.23	18.85	22.14	1.07	0.20	0.08	0.23
		Contenido	150.72	223.56	298.05				
	SS	Precio	14.88	16.49	18.11	0.92	0.17	0.08	0.166
		Contenido	147.27	195.53	243.8				

En la Tabla 6.2 se muestran los parámetros de personalidad correspondientes de cada perfil del DM y se utilizan para influir en la satisfacción y las preferencias. Se aplicaron los mismos parámetros de satisfacción (Tabla 4.7) en los experimentos de los cuatro DM con perfiles diferentes. Lo anterior con el propósito de observar el impacto de la personalidad en los resultados, a pesar de tener la misma satisfacción o expectativa. De esta manera, es posible constatar cómo la personalidad complementa la satisfacción, produciendo resultados altamente satisfactorios cuando ambos factores están presentes.

Tabla 6.2: *Parámetros de personalidad correspondientes a cada perfil de decisión.*

Factor	Perfil	Parámetros		
		Valor	Igualdad	Utilidad
Personalidad	—			
	Optimista	0.053076923	0.175384615	0.247692308
	Colaborativo	0.4	0.37	0.65
	Indagador	0.27	0.2715385	0.4715385
	Estricto	0.253846154	0.26	0.353846154
Satisfacción	—	7.34	1	7.62

En la Tabla 6.3 se muestran los resultados del experimento del caso de estudio de compra de productos alimenticios con cuatro individuos de diferente perfil. En este experimento se han evaluado los resultados de ocho listas con/sin satisfacción para cada perfil de decisión (optimista, colaborativo, indagador y estricto). Es decir, se evalúan soluciones generadas con la presencia de las características de la satisfacción y sin su presencia. Estas listas consideran dos criterios, el precio y el contenido. Las listas de compras resultantes en cada perfil presentan tres listas para cada estrategia (con/sin satisfacción) con los valores acumulados de los criterios de precio y contenido. Las listas de cada estrategia han sido seleccionadas del proceso deliberativo (NOSGA-II) y representan el conjunto más óptimo de soluciones sugeridas por el DV.

Los resultados del experimento con los cuatro DM de la Tabla 6.3 indican que los perfiles optimista y colaborativo tiene un desempeño similar en ambos casos (con/sin satisfacción). Lo anterior se debe a su alta tolerancia, ya que dichos individuos son muy abiertos a decisiones distintas a las de su preferencia. Por lo tanto, su satisfacción es alta, posiblemente en la mayoría de los contextos de decisión, por lo que las listas con la influencia de la satisfacción cumplen con las expectativas de los DM optimista y colaborativo. Por el contrario, en el caso de los perfiles indagador y estricto, las listas influenciadas por la satisfacción tienen una ventaja más sustancial en el cumplimiento de la expectativa de satisfacción.

Tabla 6.3: Experimentación del impacto de la satisfacción en cuatro individuos con diferentes perfiles de decisión.

Perfil	Estatus	Listas	Listas		Aciertos (A_b)	Satisf. (Ecuación (4.2.21))
			Precio	Contenido		
Optimista	Con satisfacción	Lista 1	60.00	1880	4 de 6	SÍ
		List 2	65.80	2480		
		List 3	75.69	1110		
	Sin satisfaction	Lista 1	62.69	2342	3 de 6	SÍ
		List 2	67.70	2842		
		List 3	67	2380		
Colaborativo	Con satisfacción	Lista 1	63.50	980	5 de 6	SÍ
		List 2	59.40	842		
		List 3	73.10	2480		
	Sin satisfaction	Lista 1	56.40	842	3 de 6	SÍ
		List 2	85.60	1920		
		List 3	73.10	2480		
Indagador	Con satisfacción	Lista 1	70.40	1042	5 de 6	SÍ
		List 2	70.90	2442		
		List 3	60.50	980		
	Sin satisfaction	Lista 1	56.40	842	3 de 6	NO
		List 2	67.00	2880		
		List 3	75.50	3480		
Estricto	Con satisfacción	Lista 1	57.8	980	5 de 6	SÍ
		List 2	65.70	2342		
		List 3	53.69	842		
	Sin satisfacción	Lista 1	69.90	1942	0 de 6	NO
		List 2	70.70	1042		
		List 3	72.00	2342		

En la Tabla 6.4 se han utilizado las mismas instancias del experimento anterior (Tabla 6.3), pero en este caso, las instancias del perfil optimista son evaluadas con todos los perfiles de decisión (con/sin satisfacción) y de igual manera las demás instancias. En dicha tabla se observa un comportamiento similar respecto a los resultados de la Tabla 6.3, donde los individuos optimista y colaborativo, en ambos casos (con/sin satisfacción), muestran una tolerancia muy alta. En el caso del individuo con perfil estricto, se observó sólo la instancia I1 como satisfactoria. Además, puede apreciarse la diferencia

de resultados cuando la satisfacción está presente y cuando no la está. En el perfil del indagador, las instancias I2, I5, I7 e I8, muestran que la presencia de satisfacción representa una diferencia con respecto a su ausencia. En la Tabla 6.4, la terminología utilizada es la siguiente: A (Aciertos), CS (Con satisfacción), SS (Sin satisfacción), S (Satisfacción), Y (Sí), N (No), e I (Instancia).

Tabla 6.4: Experimentación con cuatro perfiles de decisión usando ocho instancias de datos.

Instancia	Valor		Perfil															
			Estricto				Optimista				Indagador				Colaborativo			
			CS		SS		CS		SS		CS		SS		CS		SS	
A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S			
I1	57.8	980																
	65.7	2342	5	Y	4	N	5	Y	5	Y	5	Y	5	Y	5	Y		
	53.69	842																
I2	69.9	1942																
	70.70	1042	0	N	0	N	4	Y	4	Y	4	Y	1	N	4	Y		
	72.00	2342																
I3	60.00	1880																
	65.80	2480	2	N	1	N	4	Y	4	Y	3	N	3	N	4	Y		
	75.69	1110																
I4	62.69	2342																
	67.70	2842	1	N	0	N	3	Y	3	Y	3	N	3	N	3	Y		
	67.00	2380																
I5	70.40	1042																
	70.9	2442	2	N	2	N	5	Y	5	Y	5	Y	3	N	5	Y		
	60.50	980																
I6	56.40	842																
	67.00	2880	2	N	2	N	4	Y	4	Y	3	N	3	N	4	Y		
	75.50	3480																
I7	63.50	980																
	59.40	842	4	N	3	N	5	Y	5	Y	5	Y	4	N	5	Y		
	73.10	2480																
I8	56.40	842																
	85.60	1920	4	N	3	N	5	Y	5	Y	5	Y	4	N	5	Y		
	73.10	2480																

Los resultados de la Tabla 6.4 fueron sometidos a un análisis estadístico tomando la columna A (Aciertos) de los grupos CS y SS de las ocho instancias evaluadas con los cuatro perfiles de los DM. La prueba estadística aplicada fue Wilcoxon, que sirve para la comparación de ambos grupos y determinar

diferencias significativas entre ellos. El nivel de significación utilizado para la prueba fue de 0.05, obteniendo un valor de p de 0.005, lo que significa que la diferencia de medias de ambos grupos es la misma, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Lo anterior afirma una diferencia significativa cuando se integra un modelo de satisfacción en un problema de optimización que cuando no se considera su integración.

6.2. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO DE LA ELABORACIÓN DE UN HORARIO ESCOLAR BASADO EN LA PERSPECTIVA DE UN ESTUDIANTE

En la experimentación del caso de estudio de la formación de un horario escolar ha sido utilizada la aplicación web presentada en la sección 5.3. Dicha aplicación consta de un agente virtual con el rol de un coordinador virtual que guía a los estudiantes en el proceso de selección de su carga académica. Además, el coordinador virtual sugiere un máximo de 10 horarios o cargas académicas basados en los intereses del estudiante. Esta aplicación es un medio que proporciona estrategias para validar el funcionamiento del modelo de satisfacción propuesto en este trabajo de investigación. Estas estrategias son la calificación por puntos y una encuesta de satisfacción de los resultados o sugerencias entregados por el modelo de satisfacción.

En este caso de estudio han sido utilizados los datos de 30 DM para generar dichos horarios. Esta información fue obtenida a partir de un cuestionario de preferencias que presenta información relacionada con el contexto de formación de horarios escolares. Este cuestionario puede encontrarse en la sección Anexos E. Dicho cuestionario está basado en el cuestionario propuesto por Castro-Rivera (2018). Las materias presentadas en la Tabla 5.3 son las utilizadas en el cuestionario para adquirir la información preferencial del DM. La Tabla 6.5 muestra los parámetros o umbrales de preferencia de tres individuos con el perfil indagador. Estos umbrales han sido calculados por el modelo MPBCD-II mediante la información del cuestionario de preferencias. Posteriormente, los umbrales serán influenciados con la información de satisfacción del DM. La información del resto de los individuos (7 colaborativos, 7 optimistas y 13 estrictos) puede consultarse en la sección Anexos D.

Tabla 6.5: Umbrales de tres DM con el perfil indagador calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias.

Perfil	Individuo	Umbrales							
		Criterios	q	u	v	λ	β	ε	φ
Indagador	1. INTP	Dif. materia	3.64	3.9	4.16	0.8	0.12	0.06	0.30
		Acc. prof.	15.48	20.72	25.97				
		Hora	11.96	14.93	17.9				
		Nom. prof.	10.92	12.98	15.04				
	2. INTP	Dif. materia	2.19	3.14	4.1	0.79	0.12	0.06	0.28
		Acc. prof.	3.86	11.33	18.8				
		Hora	3.73	9.39	15.05				
		Nom. prof.	19.87	21.22	22.56				
	3. INTP	Dif. materia	2.96	2.99	3.03	0.8	0.12	0.06	0.29
		Acc. prof.	1.3	8.87	16.44				
		Hora	4.47	10.12	15.76				
		Nom. prof.	6.85	11.5	16.16				

En la Tabla 6.6 se muestran los parámetros de personalidad y satisfacción (valor, igualdad y utilidad) correspondientes de cada perfil de los DM participantes en el experimento. Los parámetros de personalidad se utilizan para influir en la satisfacción y las preferencias. En este caso, fueron aplicados los parámetros de satisfacción pertenecientes de cada individuo. Dichos parámetros de satisfacción se obtuvieron por medio del cálculo del modelo de satisfacción propuesto en este trabajo, utilizando la información del cuestionario de satisfacción. El cuestionario de satisfacción se encuentra en Anexos A.

Tabla 6.6: *Parámetros de satisfacción y personalidad correspondientes de cada individuo involucrado en el experimento de horarios escolares.*

Perfil	Individuo	Factor personalidad			Factor satisfacción		
		Valor	Igualdad	Utilidad	Valor	Igualdad	Utilidad
Optimista	1. ISFP	0.084	0.2	0.25	7.35	0	8.5
	2. ESFP	0.1	0.2	0.3	6.69	1	6
	3. ESFP	0.14	0.32	0.41	4.12	1	8.5
	4. INFP	0.014	0.10	0.12	5.66	1	6.5
	5. INFP	0.075	0.18	0.22	0.68	0	3.5
	6. ESFP	0.15	0.30	0.38	2	1	8.5
	7. ISFP	0.084	0.20	0.25	4.2	0	9
Colaborativo	1. INFJ	0.21	0.24	0.4	4.89	0	6
	2. ISFJ	0.37	0.53	0.67	2.83	0	8.5
	3. ESFJ	0.15	0.26	0.34	4.24	1	4.5
	4. INFJ	0.21	0.24	0.4	1.04	0	5
	5. ISFJ	0.40	0.54	0.72	4.01	2	8
	6. ISFJ	0.19	0.29	0.27	4.32	0	7
	7. ESFJ	0.15	0.26	0.34	3.06	1	8
Estricto	1. ENTJ	0.12	0.19	0.23	5	0	8.5
	2. ISTJ	0.2	0.31	0.41	5.71	1	7.5
	3. INTJ	0.1	0.16	0.2	0.67	1	5.0
	4. INTJ	0.16	0.27	0.32	3.13	0	8.0
	5. ESTJ	0.28	0.38	0.49	1.02	1	8.5
	6. ENTJ	0.37	0.30	0.53	1.22	0	4
	7. ISTJ	0.15	0.22	0.30	2.13	1	9.5
	8. INTJ	0.21	0.19	0.36	2.06	2	5.5
	9. ISTJ	0.43	0.48	0.67	2.08	0	8
	10. ISTJ	0.31	0.37	0.51	4.16	0	6.5
	11. ISTJ	0.22	0.26	0.33	0.36	1	8.0
	12. ENTJ	0.12	0.19	0.23	3	2	8.0
	13. ESTJ	0.28	0.38	0.49	2.83	2	9.0
Indagador	1. INTP	0.23	0.22	0.4	5.81	0	7
	2. INTP	0.22	0.14	0.36	1.38	0	6.5
	3. INTP	0.09	0.18	0.27	3.95	1	6

En la Tabla 6.7 se muestran los resultados de la experimentación del caso de estudio de la formación de horarios escolares de 7 estudiantes o individuos con el perfil de decisión optimista. Estos estudiantes representan a 3 de los 4 perfiles de personalidad que indentifican a los individuos optimistas. La distribución de dichos estudiantes mediante los perfiles de personalidad es la siguiente: 3 estudiantes con el perfil ESFP, 2 con el perfil INFP y 2 con el perfil ISFP.

Como primera impresión de los resultados, se observa que el modelo de satisfacción ha alcanzado el 100% de la expectativa de satisfacción de todos los estudiantes. La mayor parte de ellos ha dado la calificación más alta posible (5 de 5) al desempeño del modelo de satisfacción, exceptuando a 2 estudiantes con el perfil ESFP. Ambos estudiantes ESFP argumentaron su calificación debido a que los horarios sugeridos por el coordinador virtual abarcan todo el día y no incluyen algunos de los profesores que solicitaron. Ambos estudiantes solicitaron una segunda generación o iteración de soluciones, es decir nuevas sugerencias de horario. De acuerdo con la Tabla 6.7, el individuo núm. 2 con el perfil ESFP, proporcionó mayor peso o énfasis a los criterios horario de impartición de la materia y profesor. De esta manera, el resultado obtenido fue un poco más aceptable a sus necesidades. En el caso del individuo núm. 3 con el perfil ESFP, no modificó el peso de los criterios representativos de sus intereses, obteniendo resultados poco relevantes o inferiores a sus preferencias. Lo anterior, pese a haber recibido 6 de 10 sugerencias de horario para elegir.

El número de sugerencias de horario ofrecidas por el modelo de satisfacción o el coordinador virtual, es un tópico que debe ser abordado en investigaciones posteriores. Lo anterior se debe a que a primera vista no es posible concluir las razones de que un individuo reciba más sugerencias o soluciones que otros, pese a pertenecer al mismo perfil de personalidad.

Tabla 6.7: Resultados de la experimentación de 7 estudiantes con el perfil de decisión optimista.

Núm. individuo	Perfil de pers.	Perfil de Decisión Optimista				Desempeño del mod. de satisf.	
		Expect. de satisf. del ind.	Iteraciones del ind.	Iteraciones del mod. de satisf.	Sugs-/horarios del mod.	Expect. alcanzada por el mod.	Calif. del ind. (estrellas)
1	ISFP	22.27 %	1 it. Pesos: 1, 2, 4, 3	1	1 de 10	100 %	5 de 5 (100%)
2	ESFP	13.47 %	2 it. Pesos: 1era: 3, 3, 2, 2 2da: 1, 1, 4, 4	1	1 de 10	100 %	4 de 5 (80%)
3	ESFP	26.27 %	2 it. Pesos: 3, 3, 3, 1	1	6 de 10	100 %	3 de 5 (60%)
4	INFP	1.22 %	1 it. Pesos: 3, 2, 2, 3	1	10 de 10	100 %	5 de 5 (100%)
5	INFP	15.74 %	1 it. Pesos: 2, 2, 3, 3	1	10 de 10	100 %	5 de 5 (100%)
6	ESFP	14.01 %	1 it. Pesos: 1, 1, 6, 2	1	10 de 10	100 %	5 de 5 (100%)
7	ISFP	17.21 %	1 it. Pesos: 1, 2, 3, 4	1	1 de 10	100 %	5 de 5 (100%)

En la Tabla 6.8 se presentan los resultados de la experimentación de 3 estudiantes con el perfil de decisión indagador. Estos estudiantes representan a 1 de los 4 perfiles de personalidad pertenecientes a los individuos indagadores. En este caso son 3 estudiantes con el perfil INTP. Se puede observar que el alcance de la expectativa de satisfacción del modelo es del 100 % en los estudiantes núm. 2 y 3 de la Tabla 6.8 y del 98 % en el estudiante núm. 1. Sin embargo, los estudiantes núm. 2 y 3 han calificado con 3 de 5 puntos el desempeño del modelo de satisfacción. Por el contrario, el estudiante núm. 1 ha dado la calificación más alta posible al desempeño del modelo. Los estudiantes núm. 2 y 3 argumentaron su calificación de manera similar a los estudiantes optimistas, es decir los horarios sugeridos abarcan todo el día y faltan algunos de los profesores solicitados. En el caso del estudiante núm. 1, las 10 sugerencias de horario ofrecidas por el coordinador virtual fueron adecuadas a sus intereses. Argumentó que el

horario escolar sugerido no abarca todo el día y minimizó el hecho de que faltó 1 de sus profesores solicitados, mencionando que el profesor de reemplazo no representa problema alguno.

Los estudiantes núm. 2 y 3 solicitaron nuevas sugerencias de horario (una segunda iteración). En su segunda generación, el estudiante núm. 2 proporcionó mayor peso al criterio profesor. Por otra parte, el estudiante núm. 3 otorgó mayor énfasis al criterio horario de impartición de la materia. A pesar de las modificaciones en los criterios, el resultado obtenido fue similar a la generación anterior, por lo tanto no fue aceptable a las necesidades de ambos estudiantes.

Tabla 6.8: Resultados de la experimentación de 3 estudiantes con el perfil de decisión indagador.

Núm. individuo	Perfil de pers.	Perfil de Decisión Indagador				Desempeño del mod. de satisf.	
		Expect. de satisf. del ind.	Iteraciones del ind.	Iteraciones del mod. de satisf.	Sugs-/horarios del mod.	Expect. alcanzada por el mod.	Calif. del ind. (estrellas)
1	INTP	63.96 %	1 it. Pesos: 6, 1, 2, 1	1	10 de 10	98.07 %	5 de 5 (100%)
2	INTP	67.91 %	2 it. Pesos: 1era: 1, 2, 5, 2 2da: 1, 1, 5, 3	1	1 de 10	100 %	3 de 5 (60%)
3	INTP	62.45 %	2 it. Pesos: 1era: 3, 2, 2, 3 2da: 2, 2, 3, 3	1	1 de 10	100 %	3 de 5 (60%)

En la Tabla 6.9 se exponen los resultados de la experimentación de 7 estudiantes con el perfil de decisión colaborativo. Dichos estudiantes abarcan a 3 de los 4 perfiles de personalidad colaborativos. Los perfiles de personalidad pertenecientes a cada estudiante son: 3 estudiantes con el perfil ISFJ, 2 con el perfil INFJ y 2 con el perfil ESFJ.

El modelo de satisfacción en todos los casos alcanza el 100% de la expectativa de satisfacción de los estudiantes. En cuanto a la calificación del desempeño del modelo de satisfacción, solo 1 estudiante ha calificado el desempeño con 5 de 5 puntos, 4 estudiantes con 4 de 5 puntos, 1 estudiante con 3 de 5 puntos y 1 estudiante con 2 de 5 puntos. De igual manera que los estudiantes vistos anteriormente, los estudiantes colaborativos argumentan la calificación baja a la falta de profesores y a las horas libres en el horario, produciendo que abarque todo el día.

De acuerdo con la Tabla 6.9, los estudiantes núm. 4 y 5 solicitaron una segunda generación o iteración de horarios. En el caso del estudiante núm. 4 con el perfil INFJ, proporcionó mayor peso al criterio dificultad de la materia. Sin embargo, el resultado obtenido no fue aceptable para el estudiante. Por otra parte, el estudiante núm. 5 con el perfil ISFJ, asignó más peso al criterio profesor obteniendo una vez más resultados poco favorecedores para él. En el caso del estudiante núm. 3 con el perfil ESFJ, solicitó una tercera generación de horarios, asignando en cada generación o iteración mayor peso al criterio profesor. El resultado obtenido de las 3 generaciones consiguió mejorar el horario, además de ofrecerle el máximo de 10 sugerencias. Cabe mencionar que en el caso del estudiante núm. 3, el modelo de satisfacción realizó el reajuste de los parámetros de satisfacción, preferencias y personalidad en 3 ocasiones, es decir el máximo de sus iteraciones.

Tabla 6.9: Resultados de la experimentación de 7 estudiantes con el perfil de decisión colaborativo.

Perfil de Decisión Colaborativo						Desempeño del mod. de satisf.	
Núm. individuo	Perfil de pers.	Expect. de satisf. del ind.	Iteraciones del ind.	Iteraciones del mod. de satisf.	Sugs-/horarios del mod.	Expect. alcanzada por el mod.	Calif. del ind. (estrellas)
1	INFJ	8.73 %	1 it. Pesos: 2, 2, 4, 2	1	1 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
2	ISFJ	25 %	2 it. Pesos: 2, 2, 3, 3	1	1 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
3	ESFJ	33.88 %	3 it. Pesos: 1era: 2, 2, 5, 1 2da: 1, 2, 5, 2 3era: 1, 1, 5, 3	3	10 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
4	INFJ	19.33 %	2 it. Pesos: 1era: 1, 5, 1, 3 2da: 2, 5, 1, 2	1	1 de 10	100 %	2 de 5 (20 %)
5	ISFJ	16.43 %	2 it. Pesos: 1era: 1, 2, 4, 3 2da: 1, 1, 4, 4	1	1 de 10	100 %	3 de 5 (60 %)
6	ISFJ	34.19 %	1 it. Pesos: 2, 1, 5, 2	1	1 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
7	ESFJ	30.37 %	1 it. Pesos: 1, 2, 5, 2	1	1 de 10	100 %	5 de 5 (100 %)

En la Tabla 6.10 se muestran los resultados de la experimentación de 13 estudiantes con el perfil de decisión estricto. Los 4 perfiles de personalidad que indentifican a los individuos estrictos se encuentran presentes en este conjunto de estudiantes. La distribución de los estudiantes a través de los perfiles de personalidad es la siguiente: 3 estudiantes con el perfil INTJ, 3 estudiantes con el perfil ENTJ, 5 estudiantes con el perfil ISTJ y 2 estudiantes con el perfil ESTJ.

En este caso, se observa que el modelo de satisfacción solo alcanza el 100 % de la expectativa de satisfacción de 5 estudiantes. En cuanto a la calificación, solo 1 estudiante ha dado 5 de 5 puntos al desempeño del modelo de satisfacción. Continuando con las calificaciones, 6 estudiantes calificaron con 4 de 5 puntos, 3 estudiantes con 3 de 5 puntos y 3 estudiantes con 2 de 5 puntos.

Los estudiantes que dieron la calificación más baja al desempeño del modelo de satisfacción (2 de 5 puntos) corresponden a 2 estudiantes ENTJ y 1 estudiante ISTJ. Según la Tabla 6.10, el estudiante núm. 10 con el perfil ISTJ requirió una segunda generación de horarios. Sin embargo, las razones de su calificación coincide con las opiniones compartidas por los demás estudiantes (abarca todo el día y falta de profesores). El estudiante núm. 1 con el perfil ENTJ definitivamente no estuvo de acuerdo con los resultados, compartiendo los mismos argumentos mencionados. El caso del estudiante núm. 6 con el perfil ENTJ, pese a recibir un horario que no demanda todo el día y con todos los profesores que solicitó, fue insuficiente para sus necesidades.

En el caso de los 3 estudiantes que otorgaron 3 de 5 puntos o estrellas, solo el estudiante núm. 8 con el perfil INTJ estuvo de acuerdo con el resultado. Por otra parte, el estudiante núm. 3 con el perfil INTJ solicitó una segunda generación de soluciones, dando énfasis al criterio profesor. Sin embargo, los resultados no lograron convencer al estudiante. Los argumentos de estos 3 estudiantes para calificar con 3 de 5 puntos siguen siendo similares a los ya comentados a lo largo de esta sección por los demás estudiantes. El resto de los estudiantes que calificaron el desempeño del modelo de satisfacción con 4 y 5 de 5 puntos estuvieron de acuerdo con las sugerencias de horario ofrecidas por la representación virtual del modelo (coordinador virtual).

Tabla 6.10: Resultados de la experimentación con 13 DM con el perfil estricto.

Núm. individuo	Perfil de pers.	Perfil de Decisión Estricto				Desempeño del mod. de satisf.	
		Expect. de satisf. del ind.	Iteraciones del ind.	Iteraciones del mod. de satisf.	Sugs-/horarios del mod.	Expect. alcanzada por el mod.	Calif. del ind. (estrellas)
1	ENTJ	94.29 %	1 it. Pesos: 1, 1, 5, 3	1	1 de 10	50 %	2 de 5 (20 %)
2	ISTJ	75.96 %	1 it. Pesos: 3, 2, 3, 2	1	5 de 10	95 %	4 de 5 (80 %)
3	INTJ	95.66 %	2 it. Pesos: 1era: 2, 1, 4, 3 2da: 1, 1, 4, 4	3	1 de 10	62.5 %	3 de 5 (60 %)
4	INTJ	92.20 %	1 it. Pesos: 2, 2, 3, 3	2	1 de 10	100 %	5 de 5 (100 %)
5	ESTJ	72.91 %	2 it. Pesos: 1, 1, 7, 1	1	1 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
6	ENTJ	92.41 %	1 it. Pesos: 2, 2, 4, 2	3	1 de 10	50 %	2 de 5 (20 %)
7	ISTJ	70.75 %	1 it. Pesos: 1, 1, 4, 4	3	1 de 10	75 %	4 de 5 (80 %)
8	INTJ	92.13 %	1 it. Pesos: 1, 2, 4, 3	3	1 de 10	50 %	3 de 5 (60 %)
9	ISTJ	76.26 %	1 it. Pesos: 1, 1, 2, 6	1	2 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
10	ISTJ	74.53 %	2 it. Pesos: 1era: 3, 2, 3, 2 2da: 1, 2, 5, 2	3	1 de 10	75 %	2 de 5 (20 %)
11	ISTJ	80.39 %	1 it. Pesos: 1, 2, 6, 1	1	1 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)
12	ENTJ	93.68 %	1 it. Pesos: 3, 1, 3, 3	3	1 de 10	75 %	3 de 5 (60 %)
13	ESTJ	70.80 %	1 it. Pesos: 1, 1, 4, 4	1	2 de 10	100 %	4 de 5 (80 %)

La Tabla 6.11 muestra el resumen de la información de los 30 estudiantes bajo análisis en el experimento del caso de estudio de formación de horarios escolares. Adicionalmente, es posible observar los resultados de la encuesta de satisfacción realizada desde la aplicación web. Estos resultados fueron obtenidos mediante la comparativa entre el perfil de satisfacción del estudiante y la información que proporcionó en la encuesta. Dicha comparativa permite apreciar que el 64% de los estudiantes (19 estudiantes) considera que su expectativa de satisfacción ha sido igualada o superada (100% o más) con el resultado dado por el modelo de satisfacción. El 20% de los estudiantes (6 estudiantes) considera que su expectativa fue alcanzada entre el 80% y el 95%. Finalmente, el 16% de los estudiantes (5 estudiantes) percibe que su expectativa fue alcanzada entre el 50% y el 71%.

Tabla 6.11: Resumen de los resultados de la experimentación de 30 estudiantes.

Perfil de Decisión	Perfil de Pers.	Núm. Ind.	Modelo de satisfacción		Opinión del estudiante	
			Expectativa de satisf. estimada	Expectativa de satisf. alcanzada	Calificación (estrellas)	Encuesta de satisf.
Optimista	ESFP	1	13.47 %	100 %	4 de 5 (80 %)	90.6 %
		2	26.27 %	100 %	3 de 5 (60 %)	71 %
		3	14.01 %	100 %	5 de 5 (100 %)	100 %
	INFP	1	1.22 %	100 %	5 de 5 (100 %)	100 %
		2	15.74 %	100 %	5 de 5 (100 %)	100 %
	ISFP	1	22.27 %	100 %	5 de 5 (100 %)	105 %
2		17.21 %	100 %	5 de 5 (100 %)	100 %	
Colaborativo	ISFJ	1	25 %	100 %	4 de 5 (80 %)	130 %
		2	16.43 %	100 %	3 de 5 (60 %)	68 %
		3	34.19 %	100 %	4 de 5 (80 %)	123.2 %
	INFJ	1	8.73 %	100 %	4 de 5 (80 %)	105 %
		2	19.33 %	100 %	2 de 5 (40 %)	83.2 %
	ESFJ	1	33.88 %	100 %	4 de 5 (80 %)	80.2 %
2		30.37 %	100 %	5 de 5 (100 %)	100 %	
Indagador	INTP	1	63.96 %	98.07 %	5 de 5 (100 %)	133 %
		2	67.91 %	100 %	3 de 5 (60 %)	100 %
		3	62.45 %	100 %	3 de 5 (60 %)	90 %
Estricto	INTJ	1	95.66 %	62.5 %	3 de 5 (60 %)	69.6 %
		2	92.20 %	100 %	5 de 5 (100 %)	100 %
		3	92.13 %	50 %	3 de 5 (60 %)	122.6 %
	ENTJ	1	94.29 %	50 %	2 de 5 (40 %)	52 %
		2	92.41 %	50 %	2 de 5 (40 %)	106.4 %
		3	93.68 %	75 %	3 de 5 (60 %)	85.2 %
	ISTJ	1	75.96 %	95 %	4 de 5 (80 %)	125 %
		2	70.75 %	75 %	4 de 5 (80 %)	106 %
		3	76.26 %	100 %	4 de 5 (80 %)	100 %
4		74.53 %	75 %	2 de 5 (40 %)	55.6 %	
5		80.39 %	100 %	4 de 5 (80 %)	100 %	
ESTJ	1	72.91 %	100 %	4 de 5 (80 %)	130 %	
	2	70.80 %	100 %	4 de 5 (80 %)	94.6 %	

En la Tabla 6.12 se presenta un resumen más amplio de la información de los 30 estudiantes bajo estudio. Se observa que la mayor parte de los estudiantes, el 67 % de ellos (20 estudiantes), aprueba los resultados ofrecidos por el modelo de satisfacción, es decir su desempeño. Dónde, el 45 % del total de 20 estudiantes (9 estudiantes) considera haber recibido un horario escolar mejor de lo esperado. Este conjunto de 9 estudiantes se compone en su mayoría por estudiantes con perfil estricto. Lo anterior se considera un gran acierto, debido a la capacidad del modelo de satisfacción de ofrecer resultados

más allá de la expectativa de satisfacción de individuos con personalidades muy exigentes. El 40 % de los 20 estudiantes (8 estudiantes) considera que los resultados igualaron su expectativa de satisfacción. En este conjunto de 8 estudiantes también existen individuos estrictos, aunque en menor número. Por último, el 15 % de los 20 estudiantes (3 estudiantes) percibe que los resultados no cumplen con su expectativa de satisfacción entre el 5 % y el 20 %.

Por otra parte, el 33 % de los estudiantes (10 estudiantes) está en desacuerdo con los resultados ofrecidos por el modelo de satisfacción. Se observa que el 60 % de los 10 estudiantes (6 estudiantes) manifiesta que los resultados están por debajo de su expectativa de satisfacción entre el 10 % y 32 %. El 30 % de los 10 estudiantes (3 estudiantes) percibe una mejora en su expectativa. Sin embargo, dicha mejora de satisfacción fue insuficiente. Finalmente, solo el 10 % de los 10 estudiantes (1 estudiante) se mantuvo neutro a los resultados, es decir consideran que el alcance de su expectativa fue igual a lo esperado.

Desde la perspectiva de la emulación de las características de satisfacción, personalidad y preferencias de los estudiantes, se observan similitudes entre el alcance de la expectativa de satisfacción del modelo y la calificación del estudiante. En el peor de los casos, tan solo el 6 % de los estudiantes (2 estudiantes) indica un desacuerdo del 60 % con respecto a la expectativa alcanzada por el modelo. El 13 % (4 estudiantes) indica un desacuerdo del 40 %. 30 % (9 estudiantes) indica un desacuerdo del 20 %. 10 % (3 estudiantes) está en desacuerdo con el 10 %. 10 % (3 estudiantes) está en desacuerdo con el 5 %. 6 % (2 estudiantes) está inconforme entre el 2 y 2.5 %. Por último, en el mejor de los casos, el 24 % de los estudiantes (7 estudiantes) no presenta inconformidad con la expectativa de satisfacción alcanzada por el modelo y los resultados ofrecidos.

Se concluye que la emulación de las características del estudiante por el modelo de satisfacción es aprobada por el 80 % de los estudiantes (24 estudiantes) con un margen de error entre el 0 % y el 20 %. El resto de los estudiantes, es decir el 20 % (6 estudiantes), desapruban con un margen de error entre el 40 % y el 60 %. En otras palabras, el modelo de satisfacción asistido por las características de las preferencias y personalidad de un individuo refleja sus intereses en los resultados en un alto porcentaje en contextos de decisión.

Tabla 6.12: Resumen de los resultados de la experimentación de 30 estudiantes.

Perfil de decisión	Núm. ind.	Perfil de pers.	Alcance expect. de satisf. del mod.	Alcance expect. de satisf. del est.	Calif. del est. al desempeño del mod.	Satisf. entre el est. y el mod.	Desempeño del mod. aceptado por el est.	Núm. de est. con expect. satisf. sup./ neutra/ no sup.	Total de est. SÍ/ NO
Estricto	3	INTJ	50 %	122.6 %	60 %	+72.6 %	SÍ	9 sup.	20
Indag.	1	INTP	98.07 %	133 %	100 %	+34.93 %	SÍ		
Estricto	2	ISTJ	75 %	106 %	80 %	+31 %	SÍ		
Colab.	1	ISFJ	100 %	130 %	80 %	+30 %	SÍ		
Estricto	1	ESTJ	100 %	130 %	80 %	+30 %	SÍ		
Estricto	1	ISTJ	95 %	125 %	80 %	+30 %	SÍ		
Colab.	3	ISFJ	100 %	123.2 %	80 %	+23.2 %	SÍ		
Optim.	1	ISFP	100 %	105 %	100 %	+5 %	SÍ		
Colab.	1	INFJ	100 %	105 %	80 %	+5 %	SÍ		
Optim.	3	ESFP	100 %	100 %	100 %	0 %	SÍ	8 neutra	
Optim.	1	INFP	100 %	100 %	100 %	0 %	SÍ		
Optim.	2	INFP	100 %	100 %	100 %	0 %	SÍ		
Optim.	2	ISFP	100 %	100 %	100 %	0 %	SÍ		
Colab.	2	ESFJ	100 %	100 %	100 %	0 %	SÍ		
Estricto	2	INTJ	100 %	100 %	100 %	0 %	SÍ		
Estricto	3	ISTJ	100 %	100 %	80 %	0 %	SÍ		
Estricto	5	ISTJ	100 %	100 %	80 %	0 %	SÍ		
Estricto	2	ESTJ	100 %	94.6 %	80 %	-5.4 %	SÍ	3 no sup.	
Optim.	1	ESFP	100 %	90.6 %	80 %	-9.4 %	SÍ		
Colab.	1	ESFJ	100 %	80.2 %	80 %	-19.8 %	SÍ		
Estricto	2	ENTJ	50 %	106.4 %	40 %	+56.4 %	NO	3 sup.	
Estricto	1	INTJ	62.5 %	69.6 %	60 %	+7.1 %	NO		
Estricto	1	ENTJ	50 %	52 %	40 %	+2 %	NO		
Indag.	2	INTP	100 %	100 %	60 %	0 %	NO	1 neutra	10
Indag.	3	INTP	100 %	90 %	60 %	-10 %	NO		
Estricto	3	ENTJ	75 %	85.2 %	60 %	-10.2 %	NO	6 no sup.	
Colab.	2	INFJ	100 %	83.2 %	40 %	-16.8 %	NO		
Estricto	4	ISTJ	75 %	55.6 %	40 %	-19.4 %	NO		
Optim.	2	ESFP	100 %	71 %	60 %	-29 %	NO		
Colab.	2	ISFJ	100 %	68 %	60 %	-32 %	NO		

Conclusiones y Trabajos Futuros

7.1. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se llevó a cabo el desarrollo de un modelo de satisfacción que caracteriza el grado de satisfacción de un individuo. Este modelo tiene el propósito de influir en los procesos de toma de decisiones de un agente virtual inteligente en contextos de optimización multicriterio. Dicha influencia ejercida por el modelo de satisfacción es posible debido a los atributos cuantificados de satisfacción y personalidad que influyen en las preferencias de un individuo.

Los casos de estudio o contextos de decisión seleccionados para validar el funcionamiento del modelo de satisfacción, fueron las compras de productos alimenticios y la formación de horarios escolares. En ambos contextos, el individuo tiene una expectativa de satisfacción esperada sobre los resultados, ya sea sobre los productos recibidos o las asignaturas con los profesores solicitados. El modelo de satisfacción aporta una métrica para evaluar el grado de satisfacción del individuo con respecto a los resultados ofrecidos por un agente virtual en un contexto de decisión.

El modelo de satisfacción fue integrado en una arquitectura de agentes deliberativa, así como el modelo de personalidad MPBCD-II, el cual está basado en el trabajo de Castro-Rivera et al. (2019). El modelo MPBCD-II tiene como aportación proporcionar parámetros de la personalidad basados

en la satisfacción para influir principalmente en los parámetros de satisfacción. Posteriormente, los parámetros de satisfacción influyen en los parámetros de preferencias. De esta manera, el proceso de toma de decisiones devuelve soluciones apegadas a los intereses del individuo.

En el Capítulo Análisis de resultados, se observan los experimentos de ambos casos de estudio, el de compra de productos alimenticios y el de formación de horarios escolares. En el caso de estudio de compra de productos alimenticios, fue realizada la experimentación con cuatro individuos de diferente perfil de personalidad. En dicha experimentación se evalúan tres listas de compras generadas con la ausencia y presencia de las características de la satisfacción. En primera instancia, se aprecia que las listas influenciadas por la satisfacción logran alcanzar la expectativa de los individuos en todos los casos. Además, produce mayor cercanía a los intereses de los individuos que en los procesos que no cuentan con la influencia de la satisfacción. Posteriormente, los resultados fueron sometidos a la prueba estadística de Wilcoxon para comparar las listas generadas con y sin satisfacción, determinando si existen diferencias significativas entre ellas. Los resultados de la prueba estadística indican que sí existen diferencias significativas. Lo anterior sustenta el hecho de que la integración de un modelo de satisfacción produce mejores resultados en un contexto de optimización que cuando no se considera integrarlo.

En el caso de estudio de la formación de horarios escolares, fue realizada la experimentación con 30 individuos de diferente perfil de personalidad. Los individuos interactuaron con un agente virtual con el rol de un coordinador de carrera para formar su horario escolar. El coordinador guía a los estudiantes durante el proceso de selección de materias y les sugiere un máximo de 10 horarios académicos de acuerdo a sus intereses. Los estudiantes evalúan las sugerencias u horarios dados por el coordinador a través de una encuesta de satisfacción y de una calificación representada mediante estrellas. Dicha calificación y encuesta de satisfacción es una medida de desempeño que indica si el modelo de satisfacción realmente emula el grado de satisfacción de los individuos en contextos de optimización multicriterio.

Los resultados indican que el 67% de los estudiantes (20 estudiantes) aprueba el desempeño del modelo de satisfacción, es decir los horarios sugeridos. Cabe mencionar que algunos estudiantes consideraron haber obtenido resultados más allá de su expectativa de satisfacción. Desde la perspectiva de la emulación del grado de satisfacción de los estudiantes, el 80% (24 estudiantes) estuvo conforme con un margen de error entre el 0% y el 20%. Tan solo el 20% de los estudiantes (6 estudiantes) desaprobaron la emulación de su expectativa de satisfacción con un margen de error entre el 40% y el 60%.

Los resultados expuestos anteriormente demuestran que la hipótesis de investigación de este trabajo es verdadera. En otras palabras, sí es posible caracterizar el grado de satisfacción de un individuo mediante los atributos cuantificados de satisfacción y personalidad. Además, es posible influir el proceso deliberativo de un agente virtual en un contexto de optimización multicriterio mediante la satisfacción y personalidad. Finalmente, es posible evaluar los resultados de la toma de decisiones mediante una métrica de la expectativa o grado de satisfacción. En conclusión, se destaca que integrar un modelo de satisfacción en el proceso deliberativo de un agente mejora su proceso cognitivo en la mayor parte de los casos. Además, refleja una mayor cercanía a las características de satisfacción de un DM.

7.2. TRABAJOS FUTUROS

En los trabajos a futuros, se planea continuar empleando el modelo de satisfacción en aplicaciones dónde principalmente exista interacción humano-máquina. Lo anterior con la intención de observar de manera más amplia y clara el desempeño del modelo de satisfacción con respecto a la perspectiva de los usuarios. Otro aspecto a observar, es el desempeño del modelo de satisfacción en sinergia con otro tipo de algoritmos optimizadores, como lo puede ser *machine-learning*. Incluso evaluar su desempeño con una nueva propuesta de algoritmo optimizador basado en preferencias. No solo se plantea trabajar en la parte del desarrollo tecnológico, también en la parte de la recopilación de información, proponiendo estrategias más eficientes que no requieran de cuestionarios. Además, se pretende continuar escribiendo artículos JCR relacionados con este trabajo de investigación.

7.3. CONTRIBUCIONES DEL TRABAJO DE TESIS

En esta sección se listan las principales contribuciones o productos derivados de este trabajo de tesis. También se proporciona un listado de productos derivados de esta investigación. Es decir, un artículo relacionado con esta investigación, una colaboración en un artículo, así como la participación en dos eventos dónde se presentaron avances relevantes de este trabajo de investigación.

- Desarrollo de un modelo que caracteriza el grado de satisfacción de los individuos a través de modelos de satisfacción de la literatura, rasgos y tipos de la personalidad para influir en la toma de decisiones multicriterio. La caracterización del grado de satisfacción se realiza mediante un ajuste de parámetros que permite alcanzar la expectativa de satisfacción. Además, evalúa el desempeño de los resultados de la toma de decisiones por medio de una métrica de satisfacción.

- Desarrollo del modelo de personalidad MPBCD-II, encargado de generar parámetros del comportamiento basados en la satisfacción que asisten en la influencia del proceso de toma de decisiones. Dichos parámetros también asisten en el ajuste de parámetros del modelo de satisfacción.
- Desarrollo de una arquitectura de un AVI para la integración de los modelos de satisfacción, personalidad y preferencias en su proceso cognitivo.
- Implementación de dos prototipos en lenguaje de programación Java, Javascript, lenguaje de etiquetado HTML y el gestor de base de datos MySQL. El primer prototipo se desenvuelve bajo el contexto de compras de productos alimenticios. El segundo prototipo ilustra la formación de horarios escolares mediante un Decisor Virtual (DV).
- Diseño e implementación de un cuestionario de satisfacción basado en los enfoques de la satisfacción laboral y del cliente de la literatura científica.
- Diseño e implementación de un cuestionario de selección de horarios escolares para la recopilación de las preferencias de un DM. Este cuestionario se basa en el propuesto por Castro-Rivera (2018).
- Participación en el congreso The International Virtual Workshop on Business Analytics Eureka 2021, con el trabajo de tesis actual titulado “ Modelado de la influencia del grado de satisfacción y personalidad en modelos preferenciales multicriterio para la creación de un decisor virtual ”.
- Participación en el 10th International Workshop on Numerical and Evolutionary Optimization (NEO 2022), con el abstract titulado “Evaluation of Satisfaction, Personality, and Preferences Models applied in Project Portfolio Optimization”, presentado en la ciudad de Xalapa, Ver., México.
- Publicación de artículo JCR titulado “Modeling Preferences through Personality and Satisfaction to Guide the Decision Making of a Virtual Agent”. Publicado en la revista MDPI AXIOMS (tracked for I.F.).
- Colaboración en publicación de artículo JCR titulado “Development of Conversational Deliberative Agents Driven by Personality via Fuzzy Outranking Relations”. Publicado en la revista International Journal of Fuzzy Systems.

Anexos

Anexo A

Cuestionario de satisfacción

En esta sección se presenta el cuestionario de satisfacción propuesto para obtener los datos cuantificados sobre el desempeño, calidad, valor y expectativa ideal-real del s-p.

1. ¿Cómo considera el desempeño de su producto?

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Bueno
- Muy Bueno

2. ¿Cuál es la calidad que percibe de su producto?

- Muy bajo
- Bajo
- Medio
- Bueno
- Muy Bueno

3. ¿El producto tiene algún valor emocional para usted?

- Muy poco
- Poco
- Regular
- Mucho
- Demasiado

4. ¿Cuál era la expectativa del producto ANTES de adquirirlo?

- Muy poco
- Poco
- Regular
- Mucho
- Demasiado

5. ¿El producto cumple con sus expectativas?

- Muy poco
- Poco
- Regular
- Mucho
- Demasiado

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN

(PERFIL DE LA SATISFACCIÓN)

Figura 1.1: Cuestionario responsable de reunir la información correspondiente al perfil de satisfacción del DM.

Anexo B

Listado de profesores del caso de estudio de la formación de un horario escolar

Esta sección muestra el resto de profesores empleados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar.

Anexo B. Listado de profesores del caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 2.1: *Profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de un horario escolar.*

No.	Profesor	Hora inicio	Hora final	Accesibilidad
1	Emilio C. R.	10	17	18
2	Juan Chuey R.	8	18	25
3	Juan C. López	8	16	18
4	Gregorio Hdz. P.	8	16	12
5	Diana E. C.	8	12	12
6	Roberto Meza C.	10	17	18
7	Fernando Manz. G.	16	21	25
8	Antonio Aguillón H.	8	16	18
9	Eruviel Basáñez C.	9	16	18
10	Luis Cruces A.	7	14	12
11	Ofelia Rétiz K.	9	16	12
12	Rodolfo Paces R.	8	18	25
13	Laura Pérez R.	8	16	18
14	Laura Contreras P.	10	16	12
15	Laura Vargas P.	10	16	12
16	Armando Saucedo Del B.	16	18	12
17	David Terán V.	11	17	12
18	Érika Castrejón R.	10	15	12
19	Ana Vélez K.	9	15	18
20	Victor Guerrero L.	8	14	12
21	Mariela Lora O.	8	19	25
22	Raúl Castillo M.	12	18	12
23	Juan Gzl. F.	10	19	25
24	Federico Alonso O.	7	17	18
25	Apolinar Rmz. R.	9	14	18

Anexo B. Listado de profesores del caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 2.2: *Profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de horarios escolares.*

No.	Profesor	Hora inicio	Hora final	Accesibilidad
26	Araceli Tungsteno R.	13	20	18
27	Andrés Romualda G.	8	16	18
28	Demetrio Azcorro J.	16	20	12
29	José Garralda E.	11	17	18
30	Clara Vélez O.	9	15	18
31	Rita Salgado E.	8	14	12
32	Carmen Frauken S.	10	17	18
33	Elizabeth Rmz. R.	8	15	18
34	Carlos Espinosa O.	9	14	12
35	Araceli Águila J.	8	18	25
36	Antonio Mtz. D.	9	17	25
37	Guadalupe Castillo H.	11	16	18
38	Claudia Gómez F.	9	16	18
39	Patricia Tamez C.	12	15	12
40	Edna Sol L.	8	18	25
41	Bernarda Chuey A.	10	17	18
42	Godofredo Godoy B.	8	17	18
43	Javier Torres T.	8	16	18
44	Marco Olgar A.	8	15	12
45	Fernando Recta A.	9	14	12
46	Alberto Chuey C.	11	20	18
47	Fausto Ulloa B.	10	21	25
48	Nicola Andrade M.	9	20	25
49	Juan Rdz. M.	8	16	18
50	Annel Zapata Z.	10	18	18

Anexo B. Listado de profesores del caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 2.3: *Profesores utilizados en la experimentación con el caso de estudio de formación de horarios escolares.*

No.	Profesor	Hora inicio	Hora final	Accesibilidad
51	Alberto Mendoza U.	9	15	12
52	Consuelo Rubio R.	9	19	18
53	Graciela Yañiz P.	10	15	12
54	Refugio Rmz. O.	11	17	18
55	Vanessa Fdz. C.	8	14	12
56	Jair Glz. G.	10	19	18
57	Ana Soto T.	9	17	12
58	Marco Téllez G.	9	14	12
59	Rodolfo Loubet L.	13	21	18
60	Alberto Elizondo E.	11	17	12
61	Faustino Pérez J.	7	14	12
62	Jorge Segura N.	9	20	25
63	Carlos Delgado A.	14	20	12
64	Damián Méndez F.	9	20	16
65	Hugo Fdz. S.	9	14	18
66	Genaro Quiñones C.	13	20	12
67	Ramón Castillo E.	12	18	12
68	María De La Paz S.	9	16	18
69	Martha Ríos L.	10	16	12
70	Sony Torres B.	7	18	25

Anexo C

Grado de dificultad de materias

En esta sección se presenta la regla propuesta para la asignación del grado de dificultad de las materias empleadas en el caso de estudio de la formación de un horario escolar. En la Tabla 3.1 se muestran las horas teóricas y prácticas asignadas a las materias de la carrera de Ingeniería en Sistemas del TecNM/ITCM. Se observaron 7 formas de asignar las horas teóricas y prácticas a cada materia. A partir de estas 7 asignaciones, se procedió a ordenar de manera ascendente las horas prácticas. Si las horas prácticas son iguales, entonces se comparan las horas teóricas para definir el orden de acuerdo a su dificultad. Por ejemplo, si las horas prácticas P_i y P_{i+1} tienen un valor de 4 y sus horas teóricas T cuentan con un valor de 1 y 0 respectivamente, entonces se considera que P_{i+1} tiene menor dificultad que P_i . Lo anterior se debe a que $T_{P_i} > T_{P_{i+1}}$, es decir $1 > 0$. La ecuación C.0.1 expone lo anteriormente explicado.

$$\begin{array}{ll} P_i & \text{si } P_i > P_{i+1} \\ P_i & \text{si } P_i = P_{i+1} \rightarrow T_{P_i} < T_{P_{i+1}} \\ P_{i+1} & \text{si } P_i = P_{i+1} \rightarrow T_{P_i} > T_{P_{i+1}} \end{array} \quad (\text{C.0.1})$$

La Tabla 3.1 presenta las horas teóricas y prácticas ordenadas conforme a la regla propuesta en la ecuación C.0.1. Una vez ordenadas las 7 maneras de asignación de horas teóricas y prácticas, simplemente se le asigna el grado de dificultad de manera ascendente. Por ejemplo, tomando en cuenta la Tabla 3.1, aquellas materias cuyas horas teóricas sean 4 y sus horas prácticas sean 0, serán consideradas como las materias de menor dificultad en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Tabla 3.1: Mecanismo de definición para la dificultad de la materia en el caso de estudio de formación de un horario escolar.

Horas teóricas (T)	Horas prácticas (P)	Dificultad de la materia
4	0	1
5	0	2
2	2	3
3	2	4
2	3	5
0	4	6
1	4	7

Anexo D

Umbrales de preferencias calculados con MPBCD-II utilizados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar

Esta sección presenta el resto de los umbrales de los individuos empleados en la experimentación de la Sección 6.2.

Anexo D. Umbrales de preferencias calculados con MPBCD-II utilizados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 4.1: Umbrales de 7 DM con el perfil optimista calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias

Perfil	Individuo	Umbrales							
		Criterios	q	u	v	λ	β	ε	φ
Optimista	1. ISFP	Dif. materia	4.15	5.4	6.64	0.54	0.02	0.01	0.91
		Acc. prof.	2.88	13.66	24.44				
		Hora	6.51	14.29	22.07				
		Nom. prof.	24.28	31.41	38.53				
	2. ESFP	Dif. materia	4.18	4.31	4.44	0.54	0.02	0.01	0.91
		Acc. prof.	13.21	19.7	26.19				
		Hora	12.73	16.41	20.09				
		Nom. prof.	52.3	52.61	52.92				
	3. ESFP	Dif. materia	2.58	3.33	4.07	0.56	0.02	0.01	0.93
		Acc. prof.	3.87	14.76	25.66				
		Hora	6.86	15.81	24.77				
		Nom. prof.	13.72	17.51	21.3				
	4. INFP	Dif. materia	5.24	5.99	6.73	0.53	0.01	0.01	0.78
		Acc. prof.	1.19	11.72	22.25				
		Hora	5.14	13.87	22.61				
		Nom. prof.	17.31	25.49	33.67				
	5. INFP	Dif. materia	3.13	4.19	5.24	0.54	0.02	0.01	0.78
		Acc. prof.	0	10.73	21.45				
		Hora	7.6	14.44	21.29				
		Nom. prof.	8.04	17.33	26.62				
	6. ESFP	Dif. materia	2.44	2.72	2.99	0.55	0.02	0.01	0.92
		Acc. prof.	19.3	24.99	30.68				
		Hora	13.76	19.47	25.18				
		Nom. prof.	25.21	29.34	33.48				
	7. ISFP	Dif. materia	5.24	6.01	6.77	0.54	0.02	0.01	0.91
		Acc. prof.	4.6	16.1	27.6				
		Hora	4.54	13.1	21.66				
		Nom. prof.	30.42	35.94	41.47				

Anexo D. Umbrales de preferencias calculados con MPBCD-II utilizados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 4.2: Umbrales de 7 DM con el perfil colaborativo calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias

Perfil	Individuo	Umbrales							
		Criterios	q	u	v	λ	β	ε	φ
Colaborativo	1. INFJ	Dif. materia	3.95	3.99	4.04	0.68	0.07	0.04	0.68
		Acc. prof.	9.08	17.74	26.4				
		Hora	8.3	13.86	19.42				
		Nom. prof.	46.08	49.74	53.4				
	2. ISFJ	Dif. materia	3.03	3.82	4.61	0.71	0.08	0.04	0.58
		Acc. prof.	2.77	11.56	20.36				
		Hora	4.15	12.6	21.05				
		Nom. prof.	22.27	25.73	29.19				
	3. ESFJ	Dif. materia	3.66	4.54	5.42	0.67	0.07	0.03	0.54
		Acc. prof.	3.1	11.53	19.97				
		Hora	4.54	12.37	20.2				
		Nom. prof.	21.21	25.6	30				
	4. INFJ	Dif. materia	4.06	4.13	4.2	0.68	0.07	0.04	0.68
		Acc. prof.	6.52	17.62	28.73				
		Hora	8.41	14.19	19.97				
		Nom. prof.	28.8	39.42	50.03				
	5. ISFJ	Dif. materia	3.17	3.73	4.29	0.71	0.08	0.04	0.58
		Acc. prof.	1.58	10.82	20.06				
		Hora	6.86	13.71	20.55				
		Nom. prof.	41.96	44.91	47.86				
	6. ISFJ	Dif. materia	4.38	4.54	4.7	0.67	0.07	0.03	0.54
		Acc. prof.	9.27	15.46	21.64				
		Hora	6.44	12.14	17.84				
		Nom. prof.	28.66	31.1	33.55				
	7. ESFJ	Dif. materia	3.19	3.92	4.64	0.67	0.07	0.03	0.54
		Acc. prof.	1.74	11.63	21.52				
		Hora	6.29	11.97	17.66				
		Nom. prof.	23.41	28.09	32.77				

Anexo D. Umbrales de preferencias calculados con MPBCD-II utilizados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 4.3: Umbrales de 10 DM con el perfil estricto calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias

Perfil	Individuo	Umbrales							
		Crterios	q	u	v	λ	β	ε	φ
Estricto	1. ENTJ	Dif. materia	1.56	1.71	1.86	0.92	0.17	0.08	0.04
		Acc. prof.	3.38	8.78	14.17				
		Hora	2.99	8.76	14.52				
		Nom. prof.	10.01	13.7	17.38				
	2. ISTJ	Dif. materia	3.01	3.14	3.26	0.94	0.17	0.09	0.18
		Acc. prof.	5.48	11.83	18.18				
		Hora	4.59	11.24	17.88				
		Nom. prof.	12.74	19.71	26.67				
	3. INTJ	Dif. materia	1.45	1.74	2.03	0.91	0.16	0.08	0.03
		Acc. prof.	6.31	11.26	16.21				
		Hora	6.93	10.07	13.21				
		Nom. prof.	32.17	33.62	35.07				
	4. INTJ	Dif. materia	1.49	1.98	2.48	0.92	0.17	0.08	0.04
		Acc. prof.	3.78	8.52	13.26				
		Hora	5.44	9.29	13.14				
		Nom. prof.	17.34	24.25	31.16				
	5. ESTJ	Dif. materia	2.95	3.49	4.02	0.95	0.18	0.09	0.19
		Acc. prof.	5.38	12.59	19.8				
		Hora	5.54	9.55	13.57				
		Nom. prof.	24.22	25.74	27.25				
	6. ENTJ	Dif. materia	1.83	2.15	2.47	0.93	0.17	0.09	0.05
		Acc. prof.	3.81	8.89	13.97				
		Hora	5.61	9.07	12.54				
		Nom. prof.	20.81	23.6	26.39				
	7. ISTJ	Dif. materia	2.92	3.38	3.84	0.92	0.17	0.08	0.16
		Acc. prof.	7.71	12.5	17.29				
		Hora	7.67	10.2	12.74				
		Nom. prof.	10.79	13.98	17.18				
	8. INTJ	Dif. materia	2.96	3.01	3.06	0.92	0.17	0.08	0.04
		Acc. prof.	3.15	7.87	12.59				
		Hora	7.68	10.81	13.94				
		Nom. prof.	9.07	15.33	21.59				
	9. ISTJ	Dif. materia	3.2	3.35	3.5	0.95	0.18	0.09	0.19
		Acc. prof.	6.88	13.58	20.29				
		Hora	5.24	10.23	15.23				
		Nom. prof.	34.18	40.55	46.93				
	10. ISTJ	Dif. materia	1.19	1.56	1.93	0.94	0.17	0.09	0.18
		Acc. prof.	7.72	13.24	18.75				
		Hora	3.86	9.6	15.34				
		Nom. prof.	18.26	18.65	19.05				

Anexo D. Umbrales de preferencias calculados con MPBCD-II utilizados en el caso de estudio de la formación de un horario escolar

Tabla 4.4: Umbrales de 3 DM con el perfil estricto calculados con MPBCD-II utilizando la información del cuestionario de preferencias

Perfil	Individuo	Umbrales							
		Criterios	q	u	v	λ	β	ε	φ
Estricto	11. ISTJ	Dif. materia	2.1	2.59	3.09	0.91	0.17	0.08	0.16
		Acc. prof.	8	13.81	19.63				
		Hora	8	10.67	13.34				
		Nom. prof.	25.55	26.17	26.79				
	12. ENTJ	Dif. materia	1.18	1.42	1.66	0.92	0.17	0.08	0.04
		Acc. prof.	4.99	8.74	12.48				
		Hora	6.73	9.87	13				
		Nom. prof.	12.62	13.9	15.19				
	13. ESTJ	Dif. materia	1.61	2.59	3.56	0.95	0.18	0.09	0.19
		Acc. prof.	3.35	10.63	17.91				
		Hora	5.32	10.44	15.57				
		Nom. prof.	22.17	22.59	23.01				

Anexo E

Cuestionario de preferencias del caso de estudio de la formación de un horario escolar

Cuestionario de Selección de Horarios Escolares

1. De los 4 criterios considerados como importantes para un estudiante en la elaboración de su horario escolar (dificultad de la materia, accesibilidad del profesor, hora deseada para cursar la materia y el profesor que imparte la materia), ¿cuál de ellos tiene mayor grado de importancia para usted? Escriba el grado de importancia en la celda vacía. La suma de los valores asignados en los 4 criterios debe ser 10. Ej: Dificultad de la materia: 2; Accesibilidad del profesor: 2; Hora de impartición de la materia o curso: 2; profesor: 4.

Grado de importancia	Criterio
	Dificultad de la materia
	Accesibilidad del profesor
	Hora de la materia
	Profesor

2. A continuación, se presentan 5 pares de horarios. Evalúe cada par y marque “x” en la celda vacía ubicada a la derecha del título del horario de su preferencia (horario 1, 2, ambos o ninguno). La dificultad de la materia se evalúa entre 1 y 7, donde 1 representa dificultad baja y 7 dificultad alta. La

Anexo E. Cuestionario de preferencias del caso de estudio de la formación de un horario escolar

accesibilidad del profesor se evalúa entre 12 y 25, dónde 12 significa que es un profesor con amplia accesibilidad y posibilidad de ofrecer asesorías fuera del curso (dudas, etc.). Por el contrario, 25 significa que es un profesor poco accesible y probable atención nula a las dudas sobre el curso.

71	Horario 1				Profesor	72	Horario 2				Ninguno
	Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora			Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	
1)	Prog. Lógica y Funcional	3	12	13-14	Jesús David Terán Villanueva	Prog. Lógica y Funcional	3	25	16-17	Fernando Manzanares Gzl.	
	Admón. de Redes Taller de Inv. II	6	18	11-12	Rubén Basañez Castro	Admón. de Redes	6	12	14-15	Érika Alarcón Ruíz	
		1	12	7-8	Luis Fco. Cruces Alcantar	Taller de Inv. II	1	12	8-9	Luis Fco. Cruces Alcantar	
	Inteligencia Artificial	3	18	8-9	Laura Cruz Reyes	Inteligencia Artificial	3	25	18-19	Fernando Manzanares Gzl.	
Prog. para Dispositivos Móviles	3	12	14-15	Laura Taydé Contreras Álvarez	Prog. para Dispositivos Móviles	3	25	17-18	Fernando Manzanares Gzl.		
HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA				8		HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA				11	

73	Horario 1				Profesor	74	Horario 2				Ninguno
	Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora			Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	
2)	Prog. Lógica y Funcional	3	12	12-13	Jesús David Terán Villanueva	Prog. Lógica y Funcional	3	18	10-11	José Apolinar Rmz. Saldivar	
	Admón. de Redes Taller de Inv. II	6	12	10-11	Érika Alarcón Ruíz	Admón. de Redes	6	18	13-14	Rubén Basañez Castro	
		1	12	7-8	Luis Fco. Cruces Alcantar	Taller de Inv. II	1	18	12-13	Laura Cruz Reyes	
	Inteligencia Artificial	3	12	14-5	Jesús David Terán Villanueva	Inteligencia Artificial	3	18	15-16	Laura Cruz Reyes	
Prog. para Dispositivos Móviles	3	12	11-12	Laura Taydé Contreras Álvarez	Prog. para Dispositivos Móviles	3	18	9-10	Ana Guadalupe Vélez Chong		
HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA				8		HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA				7	

75	Horario 1				Profesor	76	Horario 2				Ninguno
	Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora			Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	
3)	Prog. Lógica y Funcional	3	18	9-10	José Apolinar Rmz. Saldivar	Prog. Lógica y Funcional	3	18	12-13	José Apolinar Rmz. Saldivar	
	Admón. de Redes Taller de Inv. II	6	18	13-14	Rubén Basañez Castro	Admón. de Redes	6	18	10-11	Rubén Basañez Castro	
		1	18	10-11	Laura Cruz Reyes	Taller de Inv. II	1	18	14-15	Laura Cruz Reyes	
	Inteligencia Artificial	3	25	20-21	Fernando Manzanares Glz	Inteligencia Artificial	3	12	16-17	Jesús David Terán Villanueva	
Prog. para Dispositivos Móviles	3	25	16-17	Fernando Manzanares Glz	Prog. para Dispositivos Móviles	3	12	11-12	Laura Taydé Contreras Álvarez		
HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA				12		HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA				7	

Anexo E. Cuestionario de preferencias del caso de estudio de la formación de un horario escolar

77		Horario 1			78					Horario 2	Ninguno
Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	Profesor	Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	Profesor		
Prog. Lógica y Funcional Admón. de Redes Taller de Inv. II	3	25	18-19	Fernando Manzanares Glz	Prog. Lógica y Funcional Admón. de Redes Taller de Inv. II	3	18	11-12	José Apolinar Rmz. Saldivar		
	6	12	13-14	Érika Alarcón Ruíz		6	18	13-14	Rubén Basañez Castro		
	1	25	11-12	Juan Javier Glz. Barbosa		1	25	10-11	Juan Javier Glz. Barbosa		
Inteligencia Artificial	3	18	14-15	Laura Cruz Reyes	Inteligencia Artificial	3	12	14-15	Jesús David Terán Villanueva		
Prog. para Dispositivos Móviles	3	18	9-10	Ana Guadalupe Vélez Chong	Prog. para Dispositivos Móviles	3	25	16-17	Fernando Manzanares Glz		
HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA			10		HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA			7			

79		Horario 1			80					Horario 2	Ninguno
Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	Profesor	Materia	Dif. mat.	Acces. prof.	Hora	Profesor		
Prog. Lógica y Funcional	3	25	18-19	Fernando Manzanares Glz	Prog. Lógica y Funcional Admón. de Redes Taller de Inv. II	3	12	11-12	Jesús David Terán Villanueva		
Admón. de Redes Taller de Inv. II	6	25	10-11	José Antonio Mtz. Flores		6	12	14-15	Érika Alarcón Ruíz		
	1	25	13-14	Juan Javier Glz. Barbosa		1	12	13-14	Luis Fco. Cruces Alcantar		
Inteligencia Artificial	3	25	16-17	Fernando Manzanares Glz.	Inteligencia Artificial	3	12	12-13	Jesús David Terán Villanueva		
Prog. para Dispositivos Móviles	3	25	17-18	Fernando Manzanares Glz	Prog. para Dispositivos Móviles	3	12	10-11	Laura Taydé Contreras Álvarez		
HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA			9		HORAS DE ESTANCIA AL DÍA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA			5			

3. Marque los criterios que le parecieron más relevantes al momento de seleccionar los horarios del punto anterior:

<input type="checkbox"/>	Dificultad de la materia
<input type="checkbox"/>	Accesibilidad del profesor
<input type="checkbox"/>	Hora de la materia
<input type="checkbox"/>	Profesor

Bibliografía

- Acosta-Oviedo, K. C. (2012). La Pirámide de Maslow. Library Catalog: www.eoi.es.
- Adams, J. S. (1965). Inequity In Social Exchange. In Berkowitz, L., editor, *Advances in Experimental Social Psychology*, volume 2, pages 267–299. Academic Press.
- Ahrndt, S., Fähndrich, J., and Albayrak, S. (2015). Modelling of Personality in Agents: From Psychology to Implementation. In *Proceedings in Fourth International Workshop on Human-Agent Interaction Design and Models*, pages 1–16.
- Aswathappa, K. (2008). *Organisational Behaviour, Text Cases, and Games*. Himalaya Publishing House, 8th edition.
- Bailenson, J. N. and Blascovich, J. (2004). *Avatars*. Encyclopedia of Human-Computer Interaction, Great Barrington, MA: Berkshire, w. s. bainbridge edition.
- Bastiani-Medina, S. (2017). *Solución de Problemas de Cartera de Proyectos Públicos a partir de Información del Ranking de Prioridades*. PhD thesis, Tecnológico Nacional de México, Tijuana, Baja California, México.
- Bates, J. (1994). The role of Emotion in Believable Agents. 37(7):122–125.
- Bayram, N. and Aydemir, M. (2017). Decision-Making Styles and Personality Traits. In *Proceedings of the International Conference on Multiple Academic Disciplines*, Hai Phong-Hanoi, Vietnam.
- Boloş, M.-I., Bradea, I.-A., and Delcea, C. (2019). A Fuzzy Logic Algorithm for Optimizing the Investment Decisions within Companies. *Symmetry*, 11:186.
- Bozkurt, I. (2015). Developing an Agent-Based Model on How Different Individuals Solve Complex Problems. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1):233–266.
- Bozkurt, I., Padilla, J., and Sousa-Poza, A. (2007). Philosophical Profile of the Individual. In *IEEE International*, pages 42–48.
- Brans, J. and Vincke, P. (1985). A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management Science*, 31(6):647–656.
- Brief, A. P. (1998). *Attitudes In and Around Organizations*, volume 9 of *Foundations for Organizational Science*. SAGE Publications.

- Brown, S. R. (2009). *Job Satisfaction of High School Principals in the Commonwealth of Virginia*. PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute, Virginia Beach, Virginia.
- Buisine, S. (2004). Evaluation des Agents Conversationnels Animés.
- Buisine, S. and Martin, J.-C. (2009). The Influence Of User's Personality and Gender on the Processing of Virtual Agents' Multimodal Behavior. *Alexandra M. Columbus*, 65.
- Carazo, A. F., Gómez, T., Molina, J., Hernández-Díaz, A. G., Guerrero, F. M., and Caballero, R. (2010). Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. *Computers & Operations Research*, 37:630–639.
- Carvajal-Villaplana, (2002). Teorías y modelos: formas de representación de la realidad. *Comunicación*, 12(1):1–14.
- Cassell, J., Bickmore, T., Campbell, L., Chang, K., Vilhjálmsson, H., and Yan, H. (1999). Requirements for an Architecture for Embodied Conversational Characters. *Springer, Vienna*, pages 109–120.
- Castro-Rivera, J. (2018). Modelado de la Personalidad en Modelos Preferenciales Multicriterio a través de Agentes Virtuales Inteligentes. Master's thesis, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Cd. Madero, Tamaulipas, México.
- Castro-Rivera, J. (2021). Cuantificación de rasgos de la personalidad a través del modelo OCEAN para influir en la toma de decisiones. https://www.academia.edu/61508873/Cuantificaci%C3%B3n_de_rasgos_de_la_personalidad_a_trav%C3%A9s_del_modelo_OCEAN_para_influir_en_la_toma_de_decisiones. Accessed: 2021-11-11.
- Castro-Rivera, J., Morales-Rodríguez, M. L., Rangel-Valdez, N., Cruz-Reyes, L., and Pazos R., R. A. (2019). Prioritization of Elements Selection in Order-Picking Problems through a Preference Model Influenced by Personality. In Ortiz-Zezzatti, A. O., Rivera, G., Gómez-Santillán, C., and Sánchez-Lara, B., editors, *Handbook of Research on Metaheuristics for Order Picking Optimization in Warehouses to Smart Cities*, pages 117–142. IGI Global, Hershey, PA.
- Cattell, H. E. and Mead, A. D. (2008). The Sixteen Personality Factor Questionnaire. In *The Sage Handbook of Personality Theory and Assessment*, volume 2, pages 135–159.
- Cattell, R. (1950). *Personality a systematic theoretical and factual study*. McGraw-Hill, New York, 1st edition.
- Coello-Coello, C. A., Lamont, G. B., and Van-Veldhuizen, D. A. (2007). *Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems*, volume 5. Springer Science+Business Media, LLC, New York, USA, 2a ed edition.
- Coloma Garofalo, J. A., Vargas Salazar, J. A., Sanaguano Guevara, C. A., and Rochina Chisag, G. (2020). Inteligencia artificial, sistemas inteligentes, agentes inteligentes. *RECIMUNDO*, (Saberes del Conocimiento):16–30.
- Cooper, T. B. and Kingston, J. H. (1995). The Complexity of Timetable Construction Problems. *Springer-Verlag*, pages 283–295.

- Costa, P. T. and McCrae, R. R. (2008). The Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R). In *The SAGE Handbook of Personality Theory and Assessment: Volume 2 — Personality Measurement and Testing*, pages 179–198. SAGE Publications Ltd, 1 Oliver’s Yard, 55 City Road, London EC1Y 1SP United Kingdom.
- Cruz-Reyes, L., Fernández, E., Gómez, C. G., and Rivera-Zárate, G. (2013). Multicriteria selection of interdependent projects with ‘a priori’ incorporation of decision maker preferences. In *Eureka-2013. Fourth International Workshop Proceedings*, Advances in Intelligent Systems Research. Atlantis Press.
- Cruz-Reyes, L., Fernández, E., Gómez, C. G., Rivera-Zárate, G., and Pérez, F. (2014). Many-Objective Portfolio Optimization of Interdependent Projects with ‘a priori’ Incorporation of Decision-Maker Preferences. 8(4):1517–1531.
- CTE, C. a. T. E. (2022). Hawai’I Career Pathway System Handbook. <https://www.hawaiiipublicschools.org/DOE%20Forms/CTE/CTEhandbook.pdf>. Accessed: 2022-04-30.
- de Haan, H. (2018). *Chatbot Personality and Customer Satisfaction*. Bachelor thesis, Utrecht University.
- de Navarra, G. (2009). Guía para medir la satisfacción respecto a los servicios prestados. page 54. http://www.navarra.es/home_es/; Navarra, España.
- de Oliveira, R., Cherubini, M., and Oliver, N. (2013). Influence of Personality on Satisfaction with Mobile Phone Services. *ACM Transactions Computer-Human Interaction*, 20(2):23.
- Delgado-Hernández, X., Morales-Rodríguez, M., Rangel-Valdez, N., Cruz Reyes, L., and Castro-Rivera, J. (2020). Development of Conversational Deliberative Agents Driven by Personality via Fuzzy Outranking Relations. *International Journal of Fuzzy Systems*, 22(4):2720–2734.
- Deng, C.-P., Armstrong, P. I., and Rounds, J. (2007). The fit of Holland’s RIASEC model to US occupations. *Journal of Vocational Behavior*, 71(1):1–22.
- Doyle, J. (2004). Prospects for preferences. *Blackwell Publishing*, 20(2):111–136.
- Eustat, E. E. E. (2019). Definición Grado de satisfacción personal.
- Fernández, E., López, E., Bernal, S., Coello-Coello, C. A., and Navarro, J. (2010). Evolutionary Multiobjective Optimization Using an Outranking-Based Dominance Generalization. *Computers & Operations Research*, 37:390–395.
- Fernández, E., López, E., López, F., and Coello-Coello, C. A. (2011a). Increasing Selective Pressure Toward the Best Compromise in Evolutionary Multiobjective Optimization: the Extended NOSGA Method. *Journal Information Sciences: an International Journal*, 181:44–56.
- Fernández, E., López, E., Mazcorro, G., Olmedo, R., and Coello-Coello, C. A. (2013). Application of the Non-Outranked Sorting Genetic Algorithm to Public Project Portfolio Selection. *Journal Information Sciences: an International Journal*, 228:131–149.
- Fernández, E., López, E., Navarro, J., and Vega, I. (2011b). Aplicación de metaheurísticas multiobjetivo a la solución de problemas de cartera de proyectos públicos con una valoración multidimensional de su impacto. XX(2):381–432.

- Flores-Juárez, J. B. (2019). ¿POR QUÉ MEDIR LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE?
- García, D. R., Simari, G. R., and García, A. J. (2004). Planificación de agentes BDI. In *VI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- García-Sabater, J. P. and Maheut, J. (2016). Modelado y Resolución de Problemas de Organización Industrial mediante Programación Matemática Lineal.
- Goldberg, L. R. (1993). The Structure of Phenotypic Personality Traits. *American Psychologist*, page 9.
- González-Bolea, L., Carmona-Calvo, M. , and Rivas-Zapata, M. (2007). Guía para la medición directa de la satisfacción de los clientes. Diseño y maquetación: Grupo de Comunicación del Sur S. L.; Impresión y encuadernación: Egondi Artes Gráficas S. A.; Depósito legal: SE-5143-2008.
- Gratch, J., Rickel, J., André, E., Bradler, N., Cassell, J., and Petajan, E. (2002). Creating Interactive Virtual Humans: Some Assembly Required *IEEE INTELLIGENT SYSTEMS* 17(4): 54-63. *IEEE Intelligent Systems*, 17:54–63.
- Gutiérrez, J. J. (2005). ¿Qué es un framework web? http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf. Accessed: 2022-04-30.
- Haller, M. and Hadler, M. (2006). How Social Relations and Structures can Produce Happiness and Unhappiness: An International Comparative Analysis. *Social Indicators Research*, 75(2):169–216.
- Heery, E. and Noon, M. (2001). *A Dictionary of Human Resource Management*. Oxford University Press Inc.
- Henriques-Silva, F. d. J. and Fernandes, P. O. (2011). Importance-Satisfaction Model For Quality Improvement: The Case Of Higher Education. In *Proceedings of the 17th International Business Information Management Association (IBIMA)*, volume 1-4, pages 269–276. Creating Global Competitive Economies: A 360-Degree Approach.
- Hillier, F. S. and Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. McGraw-Hill, México, 9a ed edition.
- Hom, W. (2000). An Overview of Customer Satisfaction Models. In *RP Group Proceedings*, Pacific Grove, CA. ERIC.
- Hurtado, T. and Bruno, G. (2005). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de un Proveedor*. Bachelor thesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Iglesias-Fernández, C. (1998). *Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multiagente*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Jager, W. and Janssen, M. (2003). The Need for and Development of Behaviourally Realistic Agents. In Goos, G., Hartmanis, J., van Leeuwen, J., Simão Sichman, J., Bousquet, F., and Davidsson, P., editors, *Multi-Agent-Based Simulation II*, volume 2581, pages 36–49. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Judge, T. A. and Cable, D. M. (1997). Applicant Personality, Organizational Culture, and Organization Attraction. *Personnel Psychology*, 50(2):359–394.

- Judge, T. A., Heller, D., and Mount, M. K. (2002). Five-Factor Model of Personality and Job Satisfaction: A Meta-Analysis. *Journal of Applied Psychology*, 87(3):530–541.
- Judge, T. A., Locke, E. A., and Durham, C. C. (1998). Dispositional Effects on Job and Life Satisfaction: The Role of Core Evaluations. *Journal of Applied Psychology*, 83:17–34.
- Julián, V. and Botti, V. (2000). Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial. *NOVATICA*, pages 95–99.
- Keirse, D. (1998). *Please Understand Me 2: Temperament Character Intelligence*. Prometheus Nemesis Book Company, USA, first edition edition.
- Kumar, D. S. S. (2016). Job Satisfaction-an Overview. *Social Sciences*, 6(12):7.
- Liao, H. and Xu, Z. (2014). Multi-criteria Decision Making with Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27:1703–1717.
- Lind, G. (1984). Dynamic-Structural Attitude Unit: Concept and Measurement.
- Locke, E. (1976). The nature and causes of job satisfaction. *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, 31.
- Lucid (2019). Satisfacción personal | Desarrollo Personal.
- Mallareddy, T. (2015). *Employee job satisfaction a Case Study of South Central Railway*. PhD thesis, Gulbarga University.
- Mayor-Ríos, J. A. (2015). *Propuesta de un modelo de decisión multicriterio para la adjudicación de contratos de proyectos de infraestructura de iniciativa pública en Colombia*. Master thesis proposal, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- McCrae, R. and John, O. (1992). An introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality*, 60:175–215.
- Moorman, R. H. (1993). The Influence of Cognitive and Affective Based Job Satisfaction Measures on the Relationship Between Satisfaction and Organizational Citizenship Behavior. *Human Relations*, 46(6):759–776.
- Morales-Rodríguez, M. L. (2007). *Modèle d'Interaction Sociale pour des Agents Conversationnels Animés Application à la Rééducation de Patients Cérébro-lésés*. PhD thesis, Universidad de Toulouse III: Paul Sabatier, Toulouse, Francia.
- Morales-Rodríguez, M. L., Medellín-Martínez, F., and González B., J. J. (2010). Modeling Facial Expression of Intelligent Virtual Agents. In Kacprzyk, J., Castillo, O., Kacprzyk, J., and Pedrycz, W., editors, *Soft Computing for Intelligent Control and Mobile Robotics*, volume 318, pages 303–313. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Morales-Rodríguez, M. L., Pavard, B., González B., J. J., and Martínez F., J. A. (2008). Towards the Simulation of Social Interactions through Embodied Conversational Agents. In Corchado, E., Abraham, A., and Pedrycz, W., editors, *Hybrid Artificial Intelligence Systems*, volume 5271, pages 551–557. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

- Moulin, B. and Chaib-draa, B. (1996). An Overview of Distributed Artificial Intelligence. In *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*.
- Müller, J., Pischel, M., and Thiel, A. (1994). A pragmatic approach to modeling autonomous interacting systems. *ECAI, Springer-Verlag*, pages 226–240.
- Oliver, R. (1999). Value as Excellence in the Consumption Experience. *Consumer Value: A Framework for Analysis and Research.*, pages 43–62. New York: Routledge.
- Peiró, A. (2002). Happiness, Satisfaction And Socioeconomic Conditions: Some International Evidence. page 20.
- Penn-State (2018). The IPIP-NEO (International Personality Item Pool Representation of the NEO PI-R). <http://www.personal.psu.edu/~j5j/IPIP/>. Accessed: 2022-04-30.
- Peretomode, V. F. (2006). *Educational administration: applied concepts and theoretical Perspective for student and practitioners*. Ikeja, Lagos, Nigeria: Joja Educational Research and Publishers.
- Pigott, J. C. (2012). Personality preferences.
- Piskóti, I. and Nagy, S. (2015). A New Customer Satisfaction Management Model (Methodology and Practice). *Ekonomika ir Vadyba*.
- Piña Alvarado, S. J. and Perozo, N. (2018). Verificación de la implementación del modelo afectivo para MASOES: Casos de estudios. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 12(1 (Enero-Junio)):19–31. Publisher: Decanato de Ciencias y Tecnología Section: Publicaciones en Ciencias y Tecnología.
- Polaino-Lorente, A., Cabanyes-Truffino, J., and Pozo-Armentia, A. d. (2003). *Fundamentos de Psicología de la Personalidad*. Rialp Editions, 2nd ed edition.
- Porter, L. W. and Lawler, E. E. (1968). *Managerial attitudes and performance*. Irwin-Dorsey series in behavioral science in business. Homewood, Ill: R.D. Irwin.
- Pujol-Cols, L. J. and Dabos, G. E. (2018). Satisfacción laboral: una revisión de la literatura acerca de sus principales determinantes. *Estudios Gerenciales*, pages 3–18.
- Pérez-Pinillos, D., Fernández, S., and Borrajo, D. (2013). Modeling Motivations, Personality Traits and Emotional States in Deliberative Agents Based on Automated Planning. In *Communications in Computer and Information Science*, volume 271, pages 146–160, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- RAE (2022). Diccionario de la lengua española, 23 ed. <https://dle.rae.es/>. Accessed: 2022-05-09.
- Rajam, M. (2014). *A study on job satisfaction of female teachers With special reference to higher secondary schools in tirunelveli district*. PhD thesis, Manonmaniam Sundaranar University, Tirunelveli, Papanasam, India. Department of Commerce.
- Ramos, A., Sánchez, P., Ferrer, J. M., Barquín, J., and Linares, P. (2010). Modelos Matemáticos de Optimización.

- Rivera-Zárate, G. (2011). *Optimización Multicriterio Aplicada al Problema de Cartera de Proyectos Sociales*. Doctoral thesis proposal, Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Cd. Madero, Tamaulipas, México.
- Rivera-Zárate, G. (2015). *Enfoque metaheurístico híbrido para el manejo de muchos objetivos en optimización de cartera de proyectos interdependientes con decisiones de apoyo parcial*. Doctoral thesis, Instituto Tecnológico de Tijuana, Tijuana, Baja California, México.
- Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, volume 12. Springer-Science-Business Media, B. V.
- Ruiz-Martínez, V. (2013). Modelado de efectos de primer orden en el Problema de Cartera de Proyectos Públicos. Master's thesis, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.
- Russell, S. J., Norvig, P., and Davis, E. (2010). *Artificial intelligence: a modern approach*, volume 1 of *Prentice Hall series in artificial intelligence*. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA, 3rd edition.
- Salvit, J. and Sklar, E. (2012). Modulating Agent Behavior using Human Personality Type.
- Sarasty-España, H. F. (2015). *Documentación y análisis de los principales frameworks de arquitectura de software en aplicaciones empresariales*. Specialty thesis, Facultad de informática – Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Seltzer, B. K., Ones, D. S., and Tatar, A. (2017). Using Personality Facets to Understand the Nature of Personality-Satisfaction Relationships: Findings from Meta-Analytic Bifactor Latent Modeling. *Career Development International*, 22(5):477–506.
- Spector, P. E. (1997). *Job Satisfaction: Application, Assessment, Causes, and Consequences*. Advanced Topics in Organizational Behavior. SAGE Publications.
- Sánchez-De La Paz, L. N. (2016). Desarrollo de un Protocolo de Comunicación para un Framework de Apoyo a la Toma de Decisiones. Master's thesis, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones*. Pearson Prentice Hall, México, 7a ed edition.
- The-Myers-Briggs-Foundation (2022). The Myers & Briggs Foundation. <http://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/>. Accessed: 2022-04-30.
- Villarreal-Hernández, J. , Morales-Rodríguez, M. L., Cruz-Reyes, L., Gómez-Santillán, C., Rangel-Valdez, N., and Fraire-Huacuja, H. (2019). Towards Negotiating Agents with Realistic Emotional Relationships in Intelligent Learning Environments.
- Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. New York, Wiley, New York.
- Wallace, C., Pichler, F., Hayes, B. C., and Wallace, C. (2007). *Quality of work and life satisfaction*. Number ... in First quality of life survey. Office for Official Publications of the European Communities [u.a], Luxembourg. OCLC: 816319278.
- Wooldridge, M. J. (2002). *An Introduction to MultiAgent Systems*, volume 1. John Wiley & Sons Ltd, London, England, 2nd edition.
- Öztürk, M., Tsoukiàs, A., and Vincke, P. (2003). Preference Modelling. Technical report, DIMACS.