



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



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



TESIS

**MODELADO DE LA PERSONALIDAD EN MODELOS PREFERENCIALES
MULTICRITERIO A TRAVÉS DE AGENTES VIRTUALES INTELIGENTES**

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

Presenta
Ing. Jorge Antonio Castro Rivera

Director de Tesis
Dra. María Lucila Morales Rodríguez

Co-Director de Tesis
Dra. Laura Cruz Reyes



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

Cd. Madero, Tams., a **30 de Noviembre de 2018**

OFICIO No.: U5.106/18

ÁREA: DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS.

ING. JORGE ANTONIO CASTRO RIVERA
No. DE CONTROL G 10070283
PRESENTE

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

“MODELADO DE LA PERSONALIDAD EN MODELOS PREFERENCIALES MULTICRITERIO A TRAVÉS DE AGENTES VIRTUALES INTELIGENTES “

El Jurado está integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE :	DR.	NELSON RANGEL VALDEZ
SECRETARIO:	DRA.	CLAUDIA GUADALUPE GÓMEZ SANTILLÁN
VOCAL:	DRA.	MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
SUPLENTE:	DRA.	LAURA CRUZ REYES
DIRECTORA DE TESIS :	DRA.	MARÍA LUCILA MORALES RODRÍGUEZ
CO-DIRECTOR DE TESIS:	DRA.	LAURA CRUZ REYES

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”®

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



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN

c.c.p.- Archivo
Minuta

JAMB 'JAMF' mdcoa*



Av. 1° de Mayo y Sor Juana I. de la Cruz Col. Los Mangos
C.P. 89440, Cd. Madero, Tam. Tels. (833) 357 48 20, e-mail: itcm@itcm.edu.mx.
www.itcm.edu.mx

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

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

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

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

12 de diciembre de 2018, Cd. Madero, Tamps.



Ing. Jorge Antonio Castro Rivera

DEDICATORIAS

A Dios Todopoderoso por iluminarme el camino a seguir y porque siempre está conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos.

A mi familia por no perder la fe en mí alentándome a continuar con este y todos los proyectos que he decidido emprender en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la directora de esta tesis de Maestría, Dra. María Lucila Morales Rodríguez, por su paciencia, dedicación, apoyo y tiempo brindado para guiar este trabajo de manera precisa, por alentarme en todo momento a continuar, por ayudarme a descubrir mis capacidades bajo presión, y sobre todo, a no ser conformista y ofrecer siempre el máximo potencial. Gracias principalmente por preocuparse y entender mis limitaciones en ciertos momentos y ayudarme a superarlos poco a poco. Gracias por ser la parte más importante en mi formación profesional.

Por su orientación y disposición para superar ciertos obstáculos y concluir este trabajo, mi sincero agradecimiento al Dr. Nelson Rangel Valdez, quien tuvo la disposición de atender y resolver mis dudas sobre el desarrollo del proyecto.

Gracias a la Dra. Claudia Gómez Santillán, al Dr. Rodolfo Pazos Rangel y a la Co-directora de este trabajo de tesis, la Dra. Laura Cruz Reyes, por brindarme su consejo y apoyo cuando lo requería.

Extender mi agradecimiento a mis compañeros de generación de maestría con quienes compartí momentos difíciles, de los cuales aprendimos a trabajar en equipo para superarlos.

Finalmente, reitero mi agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST), y sobre todo al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM), por el apoyo y financiamiento otorgado para continuar con la realización de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La toma de decisiones, es un proceso fundamental para la resolución de problemas con múltiples enfoques de complejidad variable, dependiendo del contexto en el que se desarrollan. Las decisiones más comunes, ocurren en labores sencillas de la cotidianidad del mundo real, sin embargo, su simplicidad no es un motivo para minimizarlas. En las organizaciones, las decisiones más simples, representan pérdidas en todos los sentidos si no se manejan de manera adecuada. Hoy en día, es común la aplicación de estrategias que asistan a mejorar el desempeño de las decisiones de las actividades diarias y el manejo de los recursos empresariales a través de modelos de optimización orientados a sus necesidades y preferencias.

Las preferencias, son parte esencial de las decisiones, debido a que representan particularidades de los decisores (DM (Decision Makers)). Estas particularidades son derivadas de la personalidad, la cual, es la responsable de proporcionar la unicidad que distingue el comportamiento de un DM, e influye de manera importante en sus preferencias, produciendo soluciones más cercanas a sus objetivos. De acuerdo con la literatura revisada, los enfoques de superación a través de los Problemas de Optimización Multi-Objetivo (MOP) forman las bases para integrar las preferencias por medio de conjuntos de datos que reflejen las preferencias o intereses del DM. Sin embargo, los enfoques de superación, no consideran parámetros específicos de la personalidad, por lo que es conveniente integrarlos con las preferencias del DM.

En esta tesis de investigación, fue desarrollada una arquitectura de agentes que utiliza información preferencial y de personalidad del DM para inferir los parámetros de influencia a través de un modelo de personalidad propuesto, integrándolos en un modelo de preferencias. El caso de estudio para la validación de la arquitectura, es un caso básico de compras en un supermercado en línea, donde un asistente virtual interactúa con el DM emulando su comportamiento, eligiendo productos según sus preferencias y personalidad. El principal objetivo de esta investigación, es el estudio del impacto de la influencia de la personalidad sobre las preferencias bajo un contexto decisional. Fue propuesto un diseño experimental que simula series de compras basadas en pedidos de productos para determinar si los productos de las compras resultantes son cercanos a los solicitados inicialmente.

SUMMARY

Decision making is a fundamental process for solving problems with multiple approaches of varying complexity, depending on the context in which they are developed. The most common decisions, occur in simple tasks of the real world daily, however, its simplicity is not a reason to minimize them. In organizations, the simplest decisions represent losses in all senses if they are not handled properly. Nowadays, it is common to apply strategies that help improve the performance of daily activity decisions and the management of business resources through optimization models geared to their needs and preferences.

The preferences are an essential part of the decisions, because they represent particularities of the Decision Makers (DM). These particularities are derived from the personality, which is responsible for providing the uniqueness that distinguishes the behavior of a DM, and significantly influences their preferences, producing solutions closer to their objectives. According to the literature reviewed, the Outranking approaches through the Multi-Objective Optimization Problems (MOP) form the basis for integrating preferences through data sets that reflect the preferences or interests of the DM. However, the approaches of overcoming, do not consider specific parameters of the personality, so it is convenient to integrate them with the preferences of the DM.

In this research thesis, an agent architecture was developed that uses DM's preferential and personality information to infer the parameters of influence through a proposed personality model, integrating them into a preference model. The case study for the validation of the architecture, is a basic case of purchases in an online supermarket, where a virtual assistant interacts with the DM emulating their behavior, choosing products according to their preferences and personality. The main objective of this research is the study of the impact of the influence of personality on preferences under a decisional context. An experimental design was proposed that simulates series of purchases based on product orders to determine if the products of the resulting purchases are close to those initially order.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
TABLA DE CONTENIDOS	VIII
LISTADO DE FIGURAS.....	X
LISTADO DE TABLAS	XI
Capítulo 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción del problema.....	2
1.3 Justificación y beneficios	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Hipótesis	5
1.6 Alcances y Limitaciones.....	6
1.7 Organización del documento.....	7
Capítulo 2.....	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Agentes Virtuales Inteligentes (AVI).....	9
2.2 Personalidad	15
2.3 Toma de decisiones	18
2.4 Modelos de optimización multicriterio	20
2.5 Análisis y decisión multicriterio.....	22
2.6 Modelado de preferencias.....	24
2.7 Cartera de proyectos públicos (CPP).....	27
Capítulo 3.....	30
ESTADO DEL ARTE	30
3.1 Modelos de personalidad de la literatura.....	30
3.2 Estrategias de solución que no toman en cuenta las preferencias del decisor	34
3.3 Estrategias de solución que toman en cuenta las preferencias del decisor	35
3.4 Métodos de superación (Outranking)	36
3.5 Método de superación ELECTRE	36
3.6 Modelo de preferencias	40
3.7 Trabajos relacionados con la personalidad y los AVI.....	42
3.8 Trabajos relacionados con los problemas de decisión.....	46
3.9 Comparación de trabajos relacionados.....	48
Capítulo 4.....	51
PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	51
4.1 Arquitectura del proyecto	51

4.2 Modelo de personalidad propuesto MPBCD.....	58
4.3 Estrategia de solución propuesta para la justificación de la elección de canastas.....	68
4.4 Estrategia de solución propuesta para la sugerencia de productos.....	71
Capítulo 5.....	74
EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS	74
5.1 Caso de estudio.....	74
5.2 Modelo de Optimización para el caso de estudio del súper mercado.....	77
5.3 Configuración de metaheurísticas de solución.....	77
5.4 Recopilación de la información del DM	79
5.5 Aplicación del Modelo de Personalidad MPBCD.....	82
5.6 Aplicación del modelo de impacto del MPBCD	84
5.7 Configuraciones para Análisis de la Personalidad	86
5.8 Métricas de desempeño	88
5.9 Diseño experimental.....	90
Capítulo 6.....	92
RESULTADOS Y ANÁLISIS	92
6.1 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-I vs PF-P-I y PF-SP-I.....	93
6.2 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-I vs PR-SP-I y PF-SP-I.....	95
6.3 Contraste de las configuraciones PR-P-A vs PF-P-A y PF-SP-A	98
6.4 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-A vs PR-SP-A y PF-SP-A.....	100
6.5 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-I vs PR-P-A.....	103
6.6 Análisis del comportamiento.....	105
6.7 Interfaz gráfica del AVI.....	110
Capítulo 7.....	113
CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	113
7.1 Conclusiones.....	113
7.2 Principales contribuciones.....	115
7.3 Trabajos futuros.....	116
GLOSARIO.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXOS	128
Anexo A. Tabla de productos del caso del súper mercado.....	128
Anexo B. Cuestionario de los temperamentos de Keirsey (KTS)	130
Anexo C. Cuestionario IPIP-NEO.....	131
Anexo D. Cuestionario propuesto de elección y comparación de productos	134
Anexo E. Instancia de resultados de un individuo de estudio de tipo Optimista	140
Anexo F. Ejemplos de cálculo de la distancia Euclidiana y justificación por fallos... ..	144
Anexo G. Instancias de resultados de los 4 individuos de la exp. en la Sección 6.6 ..	146

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Representación de un ECA.	10
Figura 2. Arquitectura de agente deliberativo (Iglesias-Fernández, 1998).	15
Figura 3. Fases del proceso de toma de decisiones (Balderas-Jaramillo, 2012).	19
Figura 4. Diagrama general del proyecto.	52
Figura 5. Módulo <i>Percepción</i> y sus procesos interiores.....	53
Figura 6. Módulo <i>Modelo de personalidad MPBCD</i> y sus procesos interiores.	55
Figura 7. Módulo <i>Proceso deliberativo</i> y sus estrategias de solución.	57
Figura 8. Interfaz de la página de acceso o <i>Log In</i> al sitio de compras en línea.	110
Figura 9. Interfaz del proceso de selección de productos de la lista de compras inicial. ..	111
Figura 10. Canastas recomendadas con productos similares a la lista de compras.	112

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Métodos de Decisión Multicriterio.....	24
Tabla 2. Conceptos generales del modelo OCEAN.....	31
Tabla 3. Enfoques de las dicotomías en el modelo MBTI.....	32
Tabla 4. Etiquetas de la personalidad del modelo MBTI.	32
Tabla 5. Estructura del modelo de los temperamentos de Keirse (KTS).....	33
Tabla 6. Trabajos relacionados.	50
Tabla 7. Relación entre los principales elementos de los modelos MBTI-OCEAN.....	59
Tabla 8. Clasificación de los perfiles de personalidad en un contexto de decisión.	60
Tabla 9. Descripción representativa de un perfil estricto.	60
Tabla 10. Estructura y ejemplo de registro de un perfil Estricto con intensidad del 60%...	62
Tabla 11. Rangos de proporción entre perfiles y temperamentos.....	62
Tabla 12. Conjunto de referencia (o CR) representado a través de R	64
Tabla 13. Cálculo del promedio de la separación entre beneficios por canasta.	65
Tabla 14. Cálculo del prom. gral. de separación entre beneficios de todas las canastas.	65
Tabla 15. Cálculo del umbral de indiferencia (umbral q).	66
Tabla 16. Suma de los beneficios por canasta.	66
Tabla 17. Promedio general del valor total de cada beneficio.	66
Tabla 18. Cálculo del umbral de veto (v).	67
Tabla 19. Cálculo del umbral de preveto (u).	67
Tabla 20. Rangos de proporción entre perfiles de decisión.	68
Tabla 21. Cálculo de los umbrales λ , β y ε	68
Tabla 22. Canasta representativa de la petición o pedido.....	69
Tabla 23. Conjunto representativo de canastas de solución.	70
Tabla 24. Suma total de los fallos o alejamiento entre criterios.	72
Tabla 25. Lista de compras inicial proporcionada por el individuo de estudio.	76
Tabla 26. Información de la personalidad de un individuo de estudio de tipo Optimista. ..	80
Tabla 27 Parte 1. CR de un individuo de estudio de tipo Optimista.	80
Tabla 27 Parte 2. CR de un individuo de estudio de tipo Optimista.	81
Tabla 28. Presupuesto y peso de los atributos de compra de un individuo Optimista.....	81
Tabla 29. Vector VB de registro del perfil KTS de un individuo Optimista.	83
Tabla 30. CRF de un individuo de estudio de tipo Optimista.....	85
Tabla 31. Umbrales q , u y v , basado en el CRF de un individuo de estudio.	85
Tabla 32. Configuraciones utilizadas para analizar el Impacto de la personalidad sobre preferencias.....	87
Tabla 33. Vals. del cálculo de las métricas de los cuadrantes PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I....	93
Tabla 34. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I de la dist. Euclidiana.	94
Tabla 35. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I de la est. de fallos.	95
Tabla 36. Vals. del cálculo de las métricas de los cuadrantes PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I. 96	
Tabla 37. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I de la dist. Euclidiana.....	97
Tabla 38. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I de la est. de fallos.....	97
Tabla 39. Vals. del cálculo de las métricas de PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A.....	98
Tabla 40. Pruebas estadísticas en PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A de la dist. Euclidiana.....	99
Tabla 41. Pruebas estadísticas en PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A de la est. de fallos.....	100
Tabla 42. Vals. del cálculo de las métricas de PR-P-A, PR-SP-A y PF-SP-A.	101

Tabla 43. Pruebas estadísticas de PR-P-A, PR-SP-A y PF-SP-A de la dist. Euclidiana. ..	101
Tabla 44. Pruebas estadísticas de PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I de la est. de fallos.....	102
Tabla 45. Vals. del cálculo de las métricas de los cuadrantes PR-P-I, PR-P-A.	103
Tabla 46. Pruebas estadísticas de PR-P-I y PR-P-A de la dist. Euclidiana.	103
Tabla 47. Pruebas estadísticas de PR-P-I y PR-P-A de la est. de fallos.	104
Tabla 48. Listas iniciales utilizadas en la experimentación.....	106
Tabla 49. Resultados de las métricas de desempeño por cada simulación.	107
Tabla 50. Resultados de las pruebas estadísticas con la distancia Euclidiana.	107
Tabla 51. Resultados de las pruebas estadísticas con la estrategia por fallos.....	108
Tabla 52. Intensidad y tolerancia de los individuos bajo estudio (Optimista, Colaborativo, Indagador, Estricto).	108
Tabla 53. Canastas de compras vistas por el número de productos y recomendaciones...	109

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las actividades de la vida cotidiana, la toma de decisiones es parte fundamental de los hechos productivos y del desempeño de cada una de ellas. Según el contexto, cada tarea podría estar compuesta por situaciones que demanden una decisión. Confrontar estas situaciones depende de la forma que prefiera el individuo resolverla.

Las preferencias particulares de un individuo juegan un papel relevante en el proceso de decisión, dirigiendo directamente dicho proceso hacia una alternativa considerada en ese momento como la más benéfica según el caso. La personalidad y el estado emocional, son elementos que también influyen en la manera de enfrentar los acontecimientos del entorno. Por ejemplo, una persona de actitud muy positiva, es posible que enfrente una misma situación de manera distinta que un individuo pesimista o alguien de carácter más estricto, esto debido a la influencia de la personalidad sobre la preferencia de actuar para resolver dicha situación.

En este documento de investigación, se presenta una arquitectura deliberativa (DBI- (Desire-Belief-Intention)) de un Agente Virtual Inteligente (AVI) compuesta por un modelo que toma en cuenta las preferencias de un decisor y un modelo de personalidad propuesto que influye en las preferencias. Dentro de este proceso cognitivo, se identificaron los posibles valores y variables en donde la personalidad puede ejercer influencia sobre las preferencias, tomando como base los modelos de la literatura de la teoría de la personalidad más recurrentes.

1.1 Antecedentes

La mayoría de los proyectos que involucran agentes virtuales, pretenden integrarle autonomía, particularmente si se trata de agentes representativos de una entidad humanoide, animal o imaginaria. Actualmente es muy probable localizar información diversa sobre este

tipo de agentes virtuales representando personajes animados, así como su funcionalidad, su propósito de construcción y la manera en que se comportan al interactuar con dichas entidades.

Con el constante desarrollo de herramientas gráficas de computadoras, es posible crear entidades virtuales más complejas destinadas a múltiples enfoques de aplicación, tales como, videojuegos, educación, servicios en línea, asistencia médica, etc. Sin, embargo, no basta con que el agente virtual luzca visiblemente creíble, por lo que es importante analizar e integrar arquitecturas capaces de producir agentes con un razonamiento bajo contextos de toma de decisiones, modelos matemáticos que puedan resolver o predecir situaciones en general bajo dicho contexto, e inclusive modelos que capturen el comportamiento y la personalidad de la entidad, así como sus preferencias particulares. Lo anterior proporciona los elementos suficientes para producir un comportamiento más representativo y de mayor credibilidad para la animación.

Actualmente en la Maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación del ITCM, se busca el desarrollo de una línea de investigación enfocada a las formas de interacción virtual de maneras más naturales a través del uso de personajes virtuales. Esta línea de investigación pretende construir y contribuir con herramientas de emulación y simulación de comportamientos de entidades virtuales, con fines educativos y profesionales, permitiendo una instrucción y desempeño más eficaz.

El trabajo de investigación de este documento, ha sido propuesto desde un grupo de trabajo que se involucra en proyectos de distintas disciplinas, en el cual, participan desde el 2009 el ITCM, la UAS, la UANL y la UDO. Dentro de este grupo de trabajo, se manejan problemáticas similares a la que se pretende abordar en este proyecto.

1.2 Descripción del problema

Generar un AVI con rasgos de credibilidad es una tarea que involucra una alta complejidad. Concebir agentes con un aspecto creíble no es suficiente, ya que su comportamiento debe ofrecer esa misma credibilidad al encontrarse frente a diversas situaciones dentro del contexto.

El comportamiento de cualquier entidad viviente se rige a través de las preferencias y

de la personalidad, ofreciendo esa unicidad o individualidad particular, ya sea, si se trata de una persona o de una especie animal. La personalidad influye en gran medida en el comportamiento externo de las entidades, manifestándose por medio del lenguaje verbal, paraverbal y no verbal, así como también influye directamente en el estado interno de la entidad a través del pensamiento, sentimientos, deseos y creencias, que, de igual manera, dicha influencia será perceptible en hechos observables. Este tipo de acciones resultantes tienen una repercusión en la toma de decisiones. Este tipo de procesos afectivos y cognitivos, dan como resultado una actitud, lo que añade mayor credibilidad al agente.

En resumen, lo mencionado con anterioridad, describe una emulación a través de un agente virtual. Esta emulación de individuos trata de resolver situaciones dadas dentro del entorno de un contexto específico. Con emulación, puede entenderse que, una entidad virtual tratará de comportarse de la misma manera que una entidad real, es decir, adoptando sus preferencias y su personalidad para influir en sus decisiones.

Los trabajos revisados en el estado del arte de este documento, no reflejan del todo una emulación de entidades virtuales que influyan con la personalidad en las preferencias de un DM. La manera en que dichos trabajos han abordado el problema de la emulación de entidades creíbles, ha sido desde una sola perspectiva de solución, ya sea, desde la personalidad o de la aplicación de estrategias de solución que involucren preferencias.

Para concretar una solución al problema de emulación de entidades creíbles, el presente proyecto pretende abordar las siguientes estrategias:

- **Modelado de la influencia de la personalidad.** Aplicar las teorías de la psicología de la personalidad humana más utilizadas en la literatura (vistas en el estado del arte), con el fin de generar un modelo de influencia de la personalidad denominado como MPBCD, el cual, es capaz de generar parámetros que reflejan las preferencias y la personalidad de los individuos a través de un modelo de impacto preferencial. Además de proporcionar una identidad que describa al individuo bajo un contexto de decisión.
- **Modelado de preferencias.** Recurrir a una estrategia de solución de problemas que integre preferencias.

- **Modelado del AVI.** Modelar una arquitectura de agentes deliberativos que integre los modelos de preferencias y de personalidad con el propósito de emular a un DM bajo un contexto de decisión.

1.3 Justificación y beneficios

Interactuar 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. Lograr que una entidad o personaje virtual sea capaz de producir una sensación de presencia social que se asemeje a una dinámica real física y social, manifestando credibilidad a través de su comportamiento y expresiones, es uno de los grandes retos y problemáticas que hay que enfrentar.

Parte de las formas de abordar esta problemática, es a través de la personalidad. En los seres vivos, la personalidad se encuentra dominante en todo momento. La personalidad tiene un gran impacto sobre el comportamiento, las preferencias y las decisiones frente a situaciones específicas, generando acciones que se hacen evidentes a través de la actitud.

La personalidad y las preferencias forman una base sólida para producir una emulación de un tomador de decisiones real a través de agentes virtuales sociales y creíbles. Esta integración es capaz de producir una emulación de uno o un grupo de decisores con conocimiento en áreas específicas que proporcionen una solución viable a un problema ubicado en un contexto.

El proceso de tomar una decisión, es otro de los elementos clave que realzan la credibilidad en una entidad, ya que incluso podrían considerarse como un indicador de inteligencia al seleccionar la decisión más conveniente sobre todas las demás. Las preferencias son una especie de guía en el proceso de selección de la mejor de las alternativas disponibles, incluso ordenándolas en base a su prioridad. Influir estas preferencias con la personalidad puede generar resultados totalmente distintos en la selección de dichas alternativas, ya que la selección se realizará en base a su actitud o forma de ser.

Integrar en una arquitectura de agentes deliberativa una estrategia de solución que integre las preferencias de un DM y un modelo que influya dichas preferencias con la personalidad, permitirá la emulación de un experto decisor en diversos casos de aplicación o

contextos de decisión, lo que producirá un agente con mayor credibilidad.

La credibilidad en una entidad virtual inteligente puede tener un impacto de sensación de cercanía, inmersión y confianza al momento de interactuar con el agente, lo que se interpreta como una gran aportación en el área de la simulación de servicios y en la emulación de tomadores de decisiones a través de agentes virtuales inteligentes sociales y creíbles.

1.4 Objetivos de la investigación

En esta Sección, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto que implementa un agente virtual capaz de emular a un tomador de decisiones.

1.4.1 Objetivo General

Modelar la influencia de la personalidad en las preferencias de un AVI en el contexto de la toma de decisiones multicriterio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Modelar la influencia de un perfil de personalidad en un modelo *comportamental* de un AVI.
- Seleccionar un modelo preferencial que asista en el proceso de toma de decisiones del AVI para influenciarlo con el perfil de personalidad.
- Proponer una arquitectura que adapte al modelo del comportamiento del AVI para integrar las preferencias del proceso de la toma de decisión.
- Desarrollar prototipos que demuestren el funcionamiento del proyecto.

1.5 Hipótesis

La integración de preferencias y personalidad en un AVI, producen una emulación más apegada y creíble de un tomador de decisores real.

La influencia de las preferencias con la personalidad es observable a través de los hechos consecuentes de la toma de decisiones, por lo tanto, este comportamiento es posible

de emular en entidades virtuales.

1.6 Alcances y Limitaciones

La arquitectura del AVI de este proyecto de investigación de tesis, será una arquitectura de agentes deliberativos BDI (Belief-Desire-Intentions), ya que provee al agente de la capacidad de tomar decisiones, además de un razonamiento más complejo. Esta arquitectura es capaz de manipular estructuras simbólicas del mundo físico que pueden reflejar conductas inteligentes intencionales y sociales.

La arquitectura del AVI desarrollada en este trabajo de tesis, se compone principalmente por el MPBCD y un modelo de preferencias tomado de la literatura.

El MPBCD integra 3 de los modelos más recurrentes dentro de la literatura científica. Estos modelos son: Five Factor Model (FFM, o también conocido como OCEAN (Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism)) (McCrae & John, 1992), MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) (The-Myers-Briggs-Foundation, 2017) y KTS (Keirsey Temperament Sorted) (Keirsey, 1998). Estos modelos aportan sus teorías y estructura para la generación de una identidad bajo contextos de decisión, revelando sus fortalezas y debilidades, lo que se interpretó en este modelo como intensidad y tolerancia de la personalidad, o bien, como parámetros del comportamiento. Estos elementos son los encargados principales de influenciar con la personalidad a las preferencias durante el proceso cognitivo del AVI.

Las preferencias provienen de aplicar un Sistema Relacional de Preferencias basado en Superación Difusa (SRPSD). El sistema utilizado específicamente para el trabajo de investigación desarrollado en esta tesis, fue tomado de (Fernández, López, López, & Coello-Coello, 2011), el cual, se hará referencia a dicho sistema a lo largo de esta tesis como SRPSD.

El caso de aplicación abordado con la arquitectura del AVI, fue adaptado en torno a un supermercado en línea, en donde, el agente virtual toma el rol de vendedor o asistente de ventas, recibiendo el pedido y guiando al cliente durante la compra. Este caso de aplicación, fue validado a través del problema de Cartera de Proyectos Públicos (CPP), debido a que los productos involucrados dentro de una canasta de compras compiten por un fondo o presupuesto total disponible.

Fueron construidas dos bases de datos en lenguaje de consulta MySQL, en donde, en una base de datos es almacenada la información personal de los individuos (tipos y rasgos de la personalidad, datos generales y preferencias), y en la otra base de datos, es almacenada la información de los productos en venta, así como sus atributos o criterios.

La base para analizar las soluciones de canastas resultantes de la arquitectura del AVI, fue formulada en torno a los productos solicitados dentro de una lista de compras dada por el cliente, es decir, un pedido de compra. Únicamente las soluciones de canasta que contengan todos los productos solicitados en la lista de compras inicial fueron consideradas en la experimentación de esta investigación de tesis.

Para medir el desempeño de las soluciones obtenidas del proceso cognitivo de la arquitectura del AVI, fue necesario dividir las en cuadrantes o configuraciones de búsqueda para facilitar su comparación y análisis. Estas configuraciones de búsqueda se distinguen por incluir personalidad real o ficticia del decisor, y por incluir o no preferencias. Para proveer de los parámetros de personalidad, se utilizó el MPBCD. Para la inclusión de preferencias en las soluciones, se utilizó la estrategia de solución NOSGA-II (Non-Outranking Sorting Genetic Algorithm) (Fernández, López, López, et al., 2011), que es una estrategia que integra las preferencias del decisor a través del proceso del SRPSD. Para el caso de las configuraciones de solución que no incluyen preferencias, fue utilizada la estrategia de solución NSGA-II (Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm) (Deb, Agrawal, Pratap, & Meyarivan, 2000).

Para la representación gráfica del AVI se utiliza un prototipo desarrollado en el ITCM. Se encuentra implementado en PIXI, que es una biblioteca en 2D basada en Javascript.

1.7 Organización del documento

En esta Sección se presenta la organización de este documento y una breve descripción de cada uno de los Capítulos.

En el Capítulo 2, se presenta el marco teórico que fundamenta este trabajo de investigación. Son abordados los conceptos relacionados con los agentes virtuales inteligentes, la toma de decisiones, la personalidad y el problema de carteras de proyectos públicos, el cual se enfoca en filtrar las canastas de productos de una población inicial que

cumplan con las condiciones de presupuesto dado por el cliente para su posterior análisis dentro de las estrategias de solución con/sin preferencias.

En el Capítulo 3, son expuestos los trabajos relacionados que involucran algunos de los conceptos y elementos esenciales abordados en esta investigación, tales como, los modelos de personalidad, estrategias de solución con/sin preferencias y los agentes socio-emocionales.

El Capítulo 4, muestra la descripción de la arquitectura propuesta que integra todos los módulos que dan solución a este trabajo de tesis. Estos módulos son expuestos a detalle, y de igual manera, el cómo se genera la influencia de la personalidad a través del modelo de impacto preferencial del MPBCD sobre la estrategia de solución de preferencias.

El Capítulo 5, aborda el diseño experimental del análisis y sus elementos para realizar la experimentación con pruebas estadísticas y métricas de desempeño.

En el Capítulo 6, se muestran los resultados de la experimentación a través de las pruebas estadísticas no paramétricas aplicadas sobre las muestras de datos de cada canasta resultante de la arquitectura del AVI. En este Capítulo se pretende demostrar el cumplimiento de los objetivos de este trabajo de investigación.

Por último, en el Capítulo 7, se exponen las conclusiones de este trabajo, y las líneas de investigación a futuro identificadas durante la implementación de este proyecto.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

La motivación de este proyecto es la de relacionar temáticas muy importantes y distintas entre sí, para lograr la emulación creíble de un Tomador de Decisiones Virtual por medio de la creación de un Agente Virtual Inteligente (AVI).

Para lograr su creación, en esta sección se presentan los fundamentos de conceptos relacionados con la teoría de los agentes, la teoría de la personalidad y la toma de decisiones. Además, se revisan los conceptos asociados al problema de carteras de proyectos públicos que es el contexto en el que estará inmerso el tomador de decisiones.

2.1 Agentes Virtuales Inteligentes (AVI)

Los agentes virtuales inteligentes son diseñados con el fin de cumplir tareas, objetivos o servicios específicos destinados a la asistencia de ciertos individuos. Dichos objetivos son llevados a cabo por medio de la Inteligencia Artificial (IA) que provee de aprendizaje y razonamiento que influye en la toma de decisiones. Comúnmente son agentes inteligentes que pueden desenvolverse dentro de Entornos Virtuales (EV).

La construcción de un personaje virtual implica de la integración de diversas disciplinas, con el objetivo de lograr un producto aproximado al ser humano, tanto en su aspecto como en su comportamiento. A través de las herramientas gráficas de animación y ciertas bases en psicología y teoría de la comunicación, se busca la transmisión adecuada del comportamiento no verbal, las emociones y la personalidad (Gratch et al., 2002). Estas características dan lugar a los AVI, o también conocidos como Agentes Conversacionales Personificados (ECA (Embodied Conversational Agent)).

Los AVI o ECA son personajes virtuales que tienen su participación en interfaces de computadoras, variando su apariencia desde seres imaginarios, animales o humanoides, cuyas representaciones pueden ser en gráficos 2D o 3D (Picard, 1997; Buisine, 2004). Dichos agentes pueden también interactuar con los usuarios vía voz, gestos y expresiones faciales

(Buisine & Martin, 2009). Estos agentes pretenden mejorar la naturaleza e intuición de la interacción humano-máquina, en especial cuando se trata de contextos de aprendizaje e incluso pueden incorporar emociones (Picard, 1997). Además, pueden desempeñar un rol de tomador de decisiones en situaciones que lo requieran, por ejemplo, como asistente de finanzas, recomendando realizar inversiones en base a decisiones que impliquen posibles consecuencias riesgosas, etc. Desempeñar este rol favorece en la credibilidad del ECA, acercando su comportamiento al de la entidad en contexto para el cual fue diseñado. En la figura 1, se muestra de forma breve la representación de un personaje virtual.

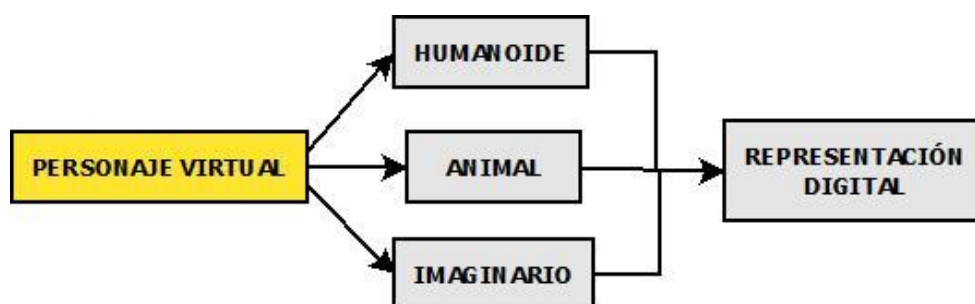


Figura 1. Representación de un ECA.

La credibilidad y realismo se refieren a las características de un personaje que produce la ilusión de un ser "animado", capaz de pensar, sentir emociones, tener actitudes hacia los demás, etc., de una manera muy similar a un ser humano (Rizzo, Veloso, Miceli, & Cesta, 1999). Los ECA proporcionan la ilusión de manifestar señales de vida y provocar de alguna manera el desvanecimiento de la incredulidad, es decir, generar un sentimiento de inmersión al interactuar con dichos agentes (Bates, 1994).

Un ECA, se concentra en el tipo de ser humano virtual que tiene las capacidades sociales y lingüísticas para llevar a cabo una conversación cara a cara, y se definen como aquellos que tienen las mismas propiedades de los seres humanos en conversaciones de este tipo, las cuales incluyen (Cassell et al., 1999):

- La capacidad de reconocer y responder a la entrada verbal y no verbal.
- La capacidad de generar resultados verbales y no verbales.
- El uso de funciones de conversación como toma de turnos, retroalimentación y mecanismos de reparación.

- 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, y pueden ser más creíbles si integran un cierto proceso de razonamiento, rasgos de personalidad, emociones, objetivos e intenciones. Lo anterior puede resultar en la generación de una actitud para el agente, proporcionando una entidad más compleja y creíble. La integración de dichos elementos, incluso puede influir en el proceso de la toma de decisiones.

Es importante tener en cuenta que, un *avatar* y un ECA son cosas muy diferentes. Un *avatar*, es una representación digital visible o perceptible cuyo comportamiento es dirigido o ejecutado por el usuario en tiempo real. Un ECA, es aquel que se encuentra dirigido por un *agente de software o modelo computacional*. Dicho modelo es quien ejecuta los comportamientos de la representación digital (el ECA en este caso) (Bailenson & 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 Shoham (1993), “*Un agente es una entidad cuyo estado es visto como compuesto de componentes mentales como: creencias, elecciones, aptitudes y compromisos*”.

La teoría de agentes caracteriza a los agentes a través de un conjunto de propiedades descriptivas de su comportamiento, las cuales, no necesariamente un agente debe de poseerlas en su totalidad. Estas propiedades son (Iglesias-Fernández, 1998):

- **Autonomía.** Los agentes pueden operar sin la intervención de humanos o de otros agentes.
- **Sociabilidad.** Son capaces de interactuar con otros agentes (humanos o no) a través de un lenguaje de comunicación entre agentes.
- **Reactividad.** Son capaces de percibir estímulos de su entorno y reaccionar a dichos estímulos.

- **Proactividad, iniciativa.** No son sólo entidades que reaccionan a un estímulo, sino que tienen un carácter emprendedor, y pueden actuar guiados por sus objetivos.
- **Movilidad.** Capacidad de un agente de trasladarse a través de una red telemática.
- **Veracidad.** Asunción de que un agente no comunica información falsa a propósito.
- **Benevolencia.** Asunción de que un agente está dispuesto a ayudar a otros agentes si esto no entra en conflicto con sus propios objetivos.
- **Racionalidad.** Asunción de que un agente actúa de forma racional, intentando cumplir sus objetivos si son viables.

Según Foner (1993), la pregunta sobre ¿qué es un agente? sigue siendo debatida, confundiéndose constantemente programa con agente, distinguiéndose dos nociones extremas de agentes:

- **Noción débil.** Consiste en definir un agente como a una entidad capaz de intercambiar mensajes utilizando un lenguaje de comunicación de agentes (Singh, Genesereth, & Syed, 1995).
- **Noción más fuerte o restrictiva.** Es la enunciada por Shoham (1993) en su propuesta de Programación Orientada a Agentes (AOP), donde un agente se define como una entidad cuyo estado es visto como un conjunto de componentes mentales, tales como creencias, capacidades, elecciones y acuerdos.

Todos los componentes o propiedades requeridos para el funcionamiento de un agente, son integrados a través de una arquitectura.

Arquitectura de agentes

Las arquitecturas de agentes describen una manera de interconexión entre los módulos de software/hardware que permiten a un agente mostrar cierta conducta determinada (Iglesias-Fernández, 1998).

La arquitectura del agente, es básicamente la arquitectura de software, la cual tiene como objetivo apoyar el proceso de toma de decisiones (Wooldridge, 2002). La arquitectura

del agente abarca técnicas y algoritmos para apoyar el conjunto de componentes en descomposición y la manera en que interactúan estos componentes (Maes, 1991).

Según Chin et. al, la arquitectura del agente es el móvil o el cerebro del agente, ya que determina cómo se representa el conocimiento/información en el agente. Determina la acción que el agente debe tomar sobre la base de su mecanismo de razonamiento/interpretación subyacente. Mencionan que hay diversas arquitecturas que utilizaron diferentes enfoques de representación para su mecanismo de razonamiento. Estas arquitecturas pueden ser ampliamente categorizadas en tres grupos, la arquitectura clásica, la arquitectura cognitiva y la arquitectura del agente semántico. Las arquitecturas clásicas incluyen la arquitectura lógica, la arquitectura reactiva, la arquitectura BDI y la arquitectura híbrida. La arquitectura basada en lógica, es una arquitectura de agente que utiliza la representación simbólica para el razonamiento. La arquitectura del agente reactivo, es una arquitectura de agente de respuesta estímulo directo. Por otro lado, la arquitectura BDI, es una arquitectura de agente deliberativo basada en estados mentales característicos como la creencia, el deseo y la intención.

Otra manera de clasificar las arquitecturas puede ser según el tipo de procesamiento o grado de inteligencia empleado. Dicha clasificación se refiere a las arquitecturas deliberativas, reactivas e híbridas (Wooldridge, 2002).

Según Iglesias (1998), tanto Ferber (1996) como Wooldridge (2002), definen una arquitectura reactiva como aquellas que cuestionan la viabilidad del paradigma simbólico y éstas proponen una arquitectura que actúa siguiendo 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 y 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.

Por otra parte, una arquitectura BDI, es posiblemente una de las arquitecturas que más prometen en cuanto al desarrollo de agentes inteligentes, convirtiéndose en uno de los modelos más difundidos y estudiados en la literatura. Una arquitectura BDI posee un conjunto B de creencias sobre su entorno, un conjunto de D deseos y un conjunto de I intenciones (García, Simari, & García, 2004). Esta arquitectura tiene sus bases en el

Razonamiento Práctico (Bratman, Israel, & Pollack, 1988), que es el proceso de decidir qué acción realizar para el alcance de las metas, involucrando dos procesos importantes: (a) Deliberación, que quiere decir, decidir las metas que se quieren alcanzar, y (b) Razonamiento de medios-fines (*means-ends*), que quiere decir cómo se alcanzarán las metas (Russell et al., 2010).

Para Iglesias (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. Esta hipótesis es capaz de manipular estructuras simbólicas que podrían exhibir una conducta inteligente. Menciona que según B. Moulin y B. Chaib-draa (1996), así como Wooldridge (2002), distinguen los tipos principales de las arquitecturas deliberativas o simbólicas en arquitecturas intencionales y sociales. Los agentes intencionales y sociales forman parte de estas arquitecturas. A continuación, se mencionan las definiciones tanto de estos agentes como de las arquitecturas en donde se desenvuelven:

- **Agentes intencionales:** Se distinguen por poseer la capacidad de razonar sobre sus creencias e intenciones, es decir, es un sistema de planificación que incluye creencias e intenciones en sus planes (Moulin & Chaib-draa, 1996; Iglesias-Fernández, 1998; Wooldridge, 2002).

Suelen utilizar planificación para resolver las decisiones sobre qué acción deben llevar a cabo, pero a diferencia de los agentes reactivos o planificadores, emplean planes de comprobación que implican creencias, deseos e intenciones (Haddadi & Sundermeyer, 1996).

- **Agentes sociales:** Un agente social se puede definir como un agente intencional. Son capaces de razonar sobre otros modelos de otros agentes (Moulin & Chaib-draa, 1996).

Las creencias en este caso, representan el conocimiento que el agente tiene sobre sí mismo y su ambiente. Los deseos, son el conjunto de objetivos con los que cuenta el agente a largo plazo. El agente cuenta con recursos limitados, por lo que no puede cumplir con todos los objetivos a la vez, por lo que las intenciones dan soporte en estos casos, representando a los objetivos que en cada momento intenta cumplir el agente. Las arquitecturas deliberativas pueden clasificarse como horizontales, debido a que los estímulos son procesados en diversas

capas de distinto nivel. Finalmente, el nivel superior decide qué acción desencadenar, ya sea, realizarlas de manera directa o indicándoselo a las capas inferiores. En la figura 2, se muestra el modelo de una arquitectura de agente deliberativo (Iglesias-Fernández, 1998).

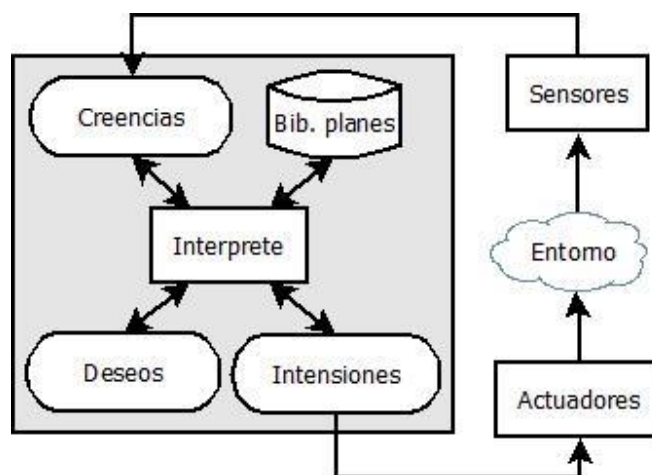


Figura 2. Arquitectura de agente deliberativo (Iglesias-Fernández, 1998).

Con los fundamentos presentados hasta el momento, es posible modelar una arquitectura de agentes capaz de integrar los elementos que aporten un comportamiento racional de los individuos, a través de disciplinas representativas o áreas de aplicación, tales como, procesos de toma de decisiones y teorías de la personalidad.

2.2 Personalidad

Nuestra personalidad influye mucho en gran medida nuestro comportamiento. La personalidad es vista comúnmente como el conjunto de comportamientos que constituyen la individualidad de una persona, que se utiliza regularmente para describir y clasificar cómo una persona por lo general se comporta. La personalidad es dinámica y permanente, que incluye tanto el comportamiento externo de la persona (gestos, comportamientos y hechos observables) y su experiencia interior (deseos, pensamientos, sentimientos y creencias) que producirán hechos que luego serán observados (Polaino-Lorente, Cabanyes-Truffino, & Pozo-Armentia, 2003).

La personalidad influye la actitud y el comportamiento. La actitud se define por dos aspectos inseparables, el afectivo y el aspecto cognitivo, que se manifiesta en la acción de un individuo. De esta manera, actitud se define como el grado del efecto positivo o negativo asociado sistemáticamente con la respuesta de una persona a una clase bien definida

de objetos psicológicos (Lind, 1984).

Teorías de la personalidad

Ahrndt et. al, presentan las distintas teorías existentes en la psicología que explican de alguna manera el comportamiento de los humanos describiendo su personalidad a través de rasgos o tipos de personalidad (Ahrndt, Fähndrich, & Albayrak, 2015).

Algunos de los modelos de la personalidad basados en rasgos son: *big three* (Eysenck, 1950; Eysenck & Eysenck, 1977), *big five* (R. Cattell, 1950; H. E. P. Cattell & Mead, 2008) y the Five Factor Model (FFM, o también conocido como OCEAN (Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism)) (McCrae & John, 1992). Algunos de los modelos de personalidad basados en tipos son: MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) (The-Myers-Briggs-Foundation, 2017) y el modelo de los temperamentos de Keirsey (KTS (Keirsey Temperament Sorted)) (Keirsey, 1998), que se basa en MBTI. De estas dos grandes teorías de la personalidad sobre el comportamiento humano, destacan los modelos FFM y MBTI como los más recurrentes dentro de la literatura científica. Este tipo de teorías son utilizadas para el modelado de agentes socio emocionales.

Rasgos de personalidad

Los enfoques más comunes para la conceptualización de la personalidad, toma en cuenta los "rasgos" que caracterizan a la personalidad (McCrae & John, 1992). Los rasgos son las unidades de personalidad que tienen un valor predictivo (Pigott, 2012).

En el desarrollo de los sistemas que interactúan con personas (simuladores del comportamiento humano), las emociones no pueden ser ignoradas debido a su influencia en la interacción. Las emociones constituyen una parte decisiva en el razonamiento humano y el comportamiento, especialmente si las decisiones pueden ser influenciadas por el estado emocional del agente (Pérez-Pinillos, Fernández, & Borrajo, 2013).

Las emociones se encuentran relacionadas a las características de la personalidad humana, derivando dicha relación en cinco factores o dimensiones de la personalidad que aporta la psicología contemporánea. Estos factores o rasgos han sido científicamente definidos para la descripción de la personalidad humana en un alto nivel de organización, existiendo correlación entre sus características. Estos factores son (Pérez-Pinillos et al., 2013;

Ahrndt et al., 2015):

- **La apertura a nuevas experiencias (Openness).** Relacionada con la preferencia de una persona con inventiva, emocional y curiosa contra el actuar coherente, conservador y cauteloso.
- **Conciencia (Conscientiousness).** Relacionado con la preferencia de una persona de actuar eficiente, planeado y organizado en contra de un actuar ligero, espontáneo y descuidado.
- **Extraversión (Extraversion).** Relacionado con la preferencia de una persona extrovertida, orientado a la acción y enérgico en contra de una persona solitaria, íntima y reservada.
- **Amabilidad (Agreeableness).** Relacionado con personas que prefieren actuar de forma amistosa, cooperativa y compasiva contra una manera de actuar analítica, antagónica y separada.
- **Neuroticismo (Neuroticism) (lo opuesto a la estabilidad emocional).** Relacionado a personas que prefieren actuar sensible, pesimista y nervioso en contra de una actitud segura, emocionalmente estable y confiado.

En los trabajos que implican agentes inteligentes de algún tipo, se ha visto muy frecuentemente la recurrencia del uso del modelado de rasgos de personalidad, sobre todo en aquellos que utilizan principios de deliberación de razonamiento cognitivo, por ejemplo, en los AVI o ECA que demandan características apegadas al realismo según el contexto para el que se haya construido el agente.

Tipos de personalidad

Los tipos de personalidad representan otros de los enfoques utilizados para conceptualizar la personalidad. De manera esencial en este enfoque, cada uno de los humanos presenta una visión muy distinta del mundo, dejando en claro que, son individuos únicos e independientes, reflejando dicha unicidad en situaciones de toma de decisiones similares reaccionando de manera distintas (Jordan Salvit & Elizabeth Sklar, 2012).

El objetivo de aplicar los tipos de personalidad en el contexto de los agentes virtuales,

es emular dicha unicidad de los individuos. Esta individualidad característica puede influir en el proceso cognitivo y las preferencias.

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, interactúan con otros y el cómo toman sus decisiones basado en estos tipos de personalidad (Jordan Salvit & Elizabeth Sklar, 2012).

A través de la aplicación de modelos de personalidad bajo los enfoques de rasgos y tipos de personalidad, es posible llevar a cabo la tarea de emular la personalidad un individuo en entornos de decisión a través de un AVI.

2.3 Toma de decisiones

Una de las tareas más comunes en los aspectos de la vida cotidiana, es el enfrentamiento con situaciones de toma de decisiones. Estas decisiones generan una reacción consecuente, ya sea, mejorando o perjudicando de alguna manera las circunstancias de alguna problemática a resolver.

La toma de decisiones, es un proceso de selección entre un conjunto de alternativas de acción para cumplir uno o múltiples objetivos (Turban, Aronson, & Liang, 2007). Este proceso de toma de decisión se concibe como la elección por parte de un centro decisor, (sistema de apoyo a la decisión o un grupo de individuos) sobre lo mejor o más relevante entre las posibles alternativas existentes en un determinado contexto decisional. Abordar este tipo de problemas se resume de la siguiente manera (Bastiani-Medina, 2017):

- Los recursos limitados generan restricciones al problema.
- El valor asignado a las variables de decisión que satisfacen las restricciones, constituye el conjunto factible que representa lo que es posible.
- Ya identificado el conjunto factible, se establece lo que es mejor o más relevante.

Se debe definir una función de utilidad (función de criterio) que refleje adecuadamente las preferencias del centro decisor. Dicha función se optimiza a través de técnicas matemáticas sobre el subconjunto alcanzable, logrando obtener la solución óptima

(mejor solución dentro del conjunto de soluciones posibles) (Romero, 1996).

En la primera fase del proceso decisional se necesita de información técnica, es decir, información no preferencial para determinar el conjunto factible. Las preferencias reales del centro decisor aparecen en la segunda fase cuando se establece la función de utilidad. En resumen, se tiene que, a partir de la información técnica, se puede definir lo siguiente (Bastiani-Medina, 2017):

- **Primera fase:** Lo que es posible (conjunto factible).
- **Segunda fase:** Los juicios preferenciales del centro decisor, que, a la vez, definen lo que es mejor (mejor solución del conjunto).

La intersección de ambas fases, determina la mejor solución entre la elección de las posibles soluciones, y a la mejor solución se le denomina como “solución óptima”.

Por lo general, lo anterior se asocia con las primeras 5 etapas del proceso de resolución de problemas. El acto de tomar una decisión inicia al identificar y definir el problema, y por último seleccionar una de las alternativas (Ruiz-Martínez, 2013). En la figura 3, se aprecian las fases de dicho proceso, en donde, las 3 primeras fases del proceso de decisión componen la “Estructuración del Problema” y las dos fases restantes, el “Análisis del Problema”.

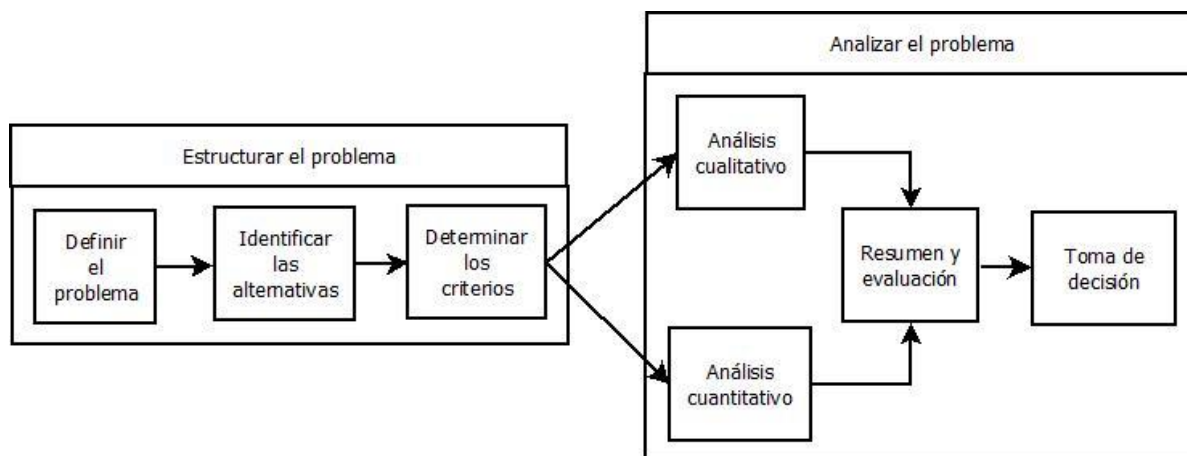


Figura 3. Fases del proceso de toma de decisiones (Balderas-Jaramillo, 2012).

La fase de análisis del problema puede asumir una forma cualitativa y cuantitativa, en donde, el análisis cualitativo se basa en el razonamiento y la experiencia del decisor y 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 de dichos análisis (Sánchez-De La Paz, 2016).

La etapa de análisis del problema evalúa la función de utilidad mediante algún método de superación. El resultado de esta evaluación proporciona un conjunto de soluciones factibles, que de ellas se escoge la solución óptima. Lo anterior se interpreta como el proceso del análisis cualitativo, cuantitativo, el resumen y evaluación, y finalmente, la toma de decisión (Hurtado & Bruno, 2005).

Los métodos de superación son parte importante dentro del análisis y la decisión multicriterio, el cual se puede visualizar como una herramienta analítica de gran potencial para el desarrollo de sistemas con fines de alcanzar varios objetivos de distinta naturaleza, aplicando estos métodos para resolver los conflictos entre objetivos, logrando un equilibrio entre los mismos mejorando la comprensión de los procesos de decisión (Bastiani-Medina, 2017).

2.4 Modelos de optimización multicriterio

Los modelos de optimización multicriterio surgen a partir de la investigación operativa, la cual puede definirse como la ciencia de aplicar los recursos a disposición para obtener la satisfacción óptima de un objetivo específico deseado, teniendo como principal característica construir un modelo científico del sistema para predecir y comparar los resultados de distintas estrategias y decisiones, agregando medidas del azar y de riesgo (Ramos, Sánchez, Ferrer, Barquín, & Linares, 2010).

La manera en que los profesionales de la investigación operativa se involucran con los decisores, es a través del diseño y mejora de las operaciones y decisiones, resuelven problemas y ayudan en las funciones de gestión, planificación o predicción, además de aportar conocimiento y ayuda en la toma de decisiones. Entre las disciplinas típicas de la investigación operativa se encuentra la teoría de la decisión (Taha, 2004; Hillier & Lieberman, 2010; Ramos et al., 2010) y optimización multiobjetivo (García-Sabater & Maheut, 2016). Otras disciplinas son los algoritmos metaheurísticos y la lógica difusa, entre otras (Ramos et al., 2010). De acuerdo a Winston (2005) los problemas de optimización se componen por los siguientes elementos:

- **Función objetivo.** La medida del funcionamiento del sistema que se quiere optimizar (maximizar o minimizar).
- **Variables.** Representan las decisiones que pueden tomarse para influir el valor de la función objetivo. Se clasifican en independientes (principales o de control), dependientes (auxiliares o de estado).
- **Restricciones.** Representan el conjunto de relaciones (expresadas como ecuaciones e inecuaciones) que ciertas variables deben de satisfacer.

Para resolver un problema de optimización consiste en encontrar el valor que las variables deben tomar para hacer óptima la función objetivo satisfaciendo las restricciones. Los métodos de optimización se pueden clasificar en los siguiente (Ramos et al., 2010):

- **Métodos clásicos.** Estos métodos buscan y garantizan un óptimo local. Entre estos métodos se encuentra la optimización: lineal, lineal entera mixta, no lineal, estocástica, dinámica, etc.
- **Métodos metaheurísticos.** Estos métodos tienen mecanismos específicos para alcanzar un óptimo global, aunque no garantizan alcanzarlo. Entre ellos se encuentran: algoritmos evolutivos (genéticos, etc.), recocido simulado (simulated annealing), búsquedas heurísticas (tabú, aleatoria, avariciosa, etc.) y sistemas multiagente (Hillier & Lieberman, 2010).

Las expresiones matemáticas generales se distinguen por el carácter de las funciones que intervienen (lineales o no lineales) y del tipo de variables que emplea (reales, continuas, enteras o discretas). Sin embargo, existen decisiones que no pueden ser representadas de forma adecuada mediante variables continuas (ej: adquirir equipos, contratar personas) y requieren variables discretas. Los problemas lineales con variables enteras pueden clasificarse en: programación entera pura (todas las variables son enteras), programación entera binaria (todas las variables binarias) y programación lineal entera mixta (algunas son enteras o binarias y el resto continuas).

Hay algunos tipos de problemas de optimización que alteran el esquema anterior, los cuales se listan a continuación (Ramos et al., 2010):

- **Sistemas de ecuaciones lineales.** No hay función objetivo como tal, ya que lo importante es localizar una solución factible a un problema con un conjunto de restricciones.
- **Optimización sin restricciones.** Tiene como fin encontrar el conjunto de valores de variables que determinen el mínimo o máximo de una función.
- **Optimización multicriterio.** Existe más de una función objetivo, es decir, como tratar varias funciones objetivo a la vez, tomando en consideración que el óptimo para un objetivo no lo es para otro, y son objetivos en conflicto entre sí. La manera más general que se conoce es como decisión multicriterio (*multicriteria decision making* (MCDM)).

Con lo anterior se concluye que los tipos de métodos de optimización adecuado para el proyecto de esta investigación de tesis son los métodos metaheurísticos, ya que se pretende manejar varias funciones objetivo a la vez, es decir, resolver un tipo de problema de optimización multicriterio por medio de un proceso genético.

2.5 Análisis y decisión multicriterio

Los métodos implicados en la decisión multicriterio, asisten en gran medida en la difícil tarea de tomar decisiones, incluyendo la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo, un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes (Ruiz-Martínez, 2013). Con dichas técnicas, se pretende determinar de manera ordenada las preferencias de un tomador de decisiones mediante una metodología que aporte la información necesaria (Brans & Mareschal, 2005).

Un problema de decisión puede ser un problema multicriterio si existen al menos dos criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución. En un problema de decisión multicriterio se trata de identificar la(s) mejor(es) alternativas de solución considerando múltiples criterios en competencia de forma simultánea, los cuales pueden encontrarse estrictamente en conflicto (Hurtado & Bruno, 2005). La toma de decisiones multicriterio utiliza la siguiente terminología (Ruiz-Martínez, 2013):

- **Alternativas:** Posibles soluciones o acciones a elección por el decisor.

- **Atributos:** Describen cada una de las alternativas disponibles, y pueden ser cuantitativas (atributos objetivos), cualitativas (atributos subjetivos) y cada alternativa caracterizarse por un número de atributos (elegidos por el decisor).
- **Objetivos:** Representan las aspiraciones de los atributos seleccionados. Se asocian con los deseos y preferencias del decisor.
- **Metas:** Aspiraciones que especifican niveles de deseos de los atributos.
- **Criterios:** Parámetros, directrices y puntos de referencia que permiten evaluar alternativas que se presenten en el proceso de decisión.

Métodos de decisión multicriterio

La terminología anterior se refleja en las preferencias del decisor y en los objetivos predefinidos, para contribuir con la formación del problema central de los métodos multicriterio que consisten en (Ruiz-Martínez, 2013):

- Seleccionar la(s) mejor(es) alternativas(s).
- Aceptar y rechazar alternativas aparentemente “buenas” y “malas” respectivamente.
- Generar un orden (ranking) de las alternativas (de la mejor a la peor). Para ello han surgido diversos enfoques, métodos y soluciones.

La metodología de los métodos multicriterio determina los criterios y subcriterios de evaluación, asigna pesos a cada criterio y subcriterio, los cuales se analizan a través de comparaciones pareadas para medir la relación entre dichos criterios y su importancia. Posteriormente, los expertos evalúan las alternativas por cada criterio, asignando una calificación y así obtener la alternativa óptima para el problema de acuerdo al criterio profesional de los expertos (Mayor-Ríos, 2015). En la Tabla 1, se muestra la clasificación de los métodos multicriterio existentes de acuerdo a su enfoque.

Tabla 1. Métodos de Decisión Multicriterio.

CLASIFICACIÓN	ABREVIATURA	MÉTODO
Métodos basados en la teoría del valor	AHP	Proceso Analítico Jerárquico.
	ANP	Proceso de Red Analítica.
	COPRAS	Evaluación Compleja Proporcional.
	TOPSIS	Técnica para el Orden de Preferencia por Similitud a Solución Ideal.
	VIKOR	Optimización Multidisciplinar y Solución de Compromiso.
	UTA	Utilidades Aditivas.
	MCS	Simulación Monte Carlo.
	UT	Teoría de la Utilidad.
	GST	Teoría del Sistema Gris.
	MAUT	Teoría de la Utilidad Multiatributo.
MAVT	Teoría del Valor Multiatributo.	
Métodos de clasificación	PROMETHEE	Clasificación de Preferencia, Método de Enriquecimiento de Evaluaciones.
	ELECTRE	Eliminación y opciones que reflejan la realidad.
	UTA GMS	La regresión ordinal robusta para problemas de clasificación y elección.
	GRIP	Regresión Generalizada con Intensidades de Preferencia.
	RUTA	Método de desagregación de preferencia.

La metodología de los métodos multicriterio determina los criterios y subcriterios de evaluación, asigna pesos a cada criterio y subcriterio, los cuales se analizan a través de comparaciones pareadas para medir la relación entre dichos criterios y su importancia. Posteriormente, los expertos evalúan las alternativas

La evaluación realizada en las alternativas de solución por el experto, refleja de alguna manera asociación con sus preferencias. Estas preferencias pueden ser modeladas a través de alguno de los métodos abordados en la Tabla 1, y ser integradas por estrategias de solución que tomen en cuenta dichas preferencias.

2.6 Modelado de preferencias

El modelado de las preferencias es una de las actividades inevitables en los problemas de toma decisión (Roubens & Vincke, 1985; Perny & Tsoukiàs, 1998; Fortemps & Slowinski, 2002; Öztürk, Tsoukiàs, & Vincke, 2003), independientemente del área en el que se esté manejando (Economía (Armstrong, 1948; Debreu, 1959), Psicología (Coombs & Smith,

1973; Kahneman, Slovic, & Tversky, 1982; Capurso & Tsoukiàs, 2003), etc.). Los expertos basados en sus conocimientos, sus experiencias y creencias valorarán los conjuntos de alternativas y establecerán un orden de preferencias sobre la idoneidad de cada una de ellas como solución al problema.

En los problemas de decisión los expertos utilizan modelos de representación de preferencias que les resulten cercanos a sus disciplinas o campos de trabajo, por ejemplo, expertos de áreas técnicas pueden apreciar el hecho de representar sus preferencias de manera numérica, pero no es el caso para expertos en áreas menos técnicas, por ejemplo, de psicología o sociales, que preferirían expresar sus preferencias en expresiones más cercanas al lenguaje humano, como lo son, palabras o terminología lingüística. Para dar respuesta a este tipo de valoraciones, se han definido mecanismos que transforman las preferencias de los expertos en representaciones formales que soportan un tratamiento matemático, racional y consistente de esta información (Sánchez-Sánchez, 2007).

El modelado de las preferencias es un área de trabajo dentro de la toma de decisiones dedicada a la representación de las preferencias de los expertos (Roubens & Vincke, 1985; Öztürk et al., 2003; Doyle, 2004). Se consideran dos puntos de vista, como son (Sánchez-Sánchez, 2007):

- **Estructura de información.** Es la manera en que los expertos representan sus preferencias. Las más utilizadas en la literatura son las siguientes (Nurmi, 1988; Tanino, 1990; Herrera-Viedma, Herrera, & Chiclana, 2002): vectores de utilidad, órdenes de preferencias y relaciones de preferencia.
- **Dominio de la información.** Zona en la que se expresan las preferencias sobre el conjunto de alternativas al problema.

Incorporación de las preferencias del decisor en algoritmos metaheurísticos

Una articulación multicriterial de las preferencias del decisor, puede incorporarse dentro de la búsqueda metaheurística para guiarla hacia la RoI (Región de Interés), la región privilegiada de la frontera de Pareto (Coello-Coello, Lamont, & Van-Veldhuizen, 2007) que mejor concuerda con las preferencias del decisor (Rivera-Zárate, 2011). Las formas más comunes de hacerlo son (Bechikh, 2013):

1. Basadas en factores de importancia (pesos) asignados por el decisor para cada objetivo (Deb, 1999; Zitzler, Laumanns, & Lothar, 2001; Branke & Deb, 2005).
2. Comparación por pares de soluciones sobre un conjunto de la población actual, con la intención de ordenar las soluciones de la muestra (Battiti & Passerini, 2010).
3. Ordenación de las funciones objetivo en base a una serie de comparaciones por pares de objetivos (Cvetković & Parmee, 2002; Jin & Sendhoff, 2002).
4. Uso de vector con niveles de aspiración (punto de referencia), el cual represente las metas que el decisor desea que cada objetivo alcance (Deb, Sundar, Bhaskara, & Chaudhuri, 2006; Allmendinger, Li, & Branke, 2008).
5. Uso de un vector con niveles de reserva (punto de reserva), que indique los valores mínimos esperados para cada objetivo. La solución con al menos un objetivo por debajo del nivel de reserva se desecha (Deb & Kumar, 2007; Molina, Santana, Hernández-Díaz, Coello-Coello, & Caballero, 2009).
6. Identificación de compensaciones aceptables entre las funciones objetivo (Branke, Kaußler, & Schmeck, 2001).
7. Aquellas en las cuales el decisor provee los valores para los parámetros de un modelo que construye relaciones difusas de superación (Cruz-Reyes, Fernández, Gómez, & Rivera-Zárate, 2013; Cruz-Reyes, Fernández, Gómez, Rivera-Zárate, & Pérez, 2014; Fernández, López, Bernal, Coello-Coello, & Navarro, 2010; Fernández, López, López, et al., 2011; Fernández, López, Mazcorro, Olmedo, & Coello-Coello, 2013).
8. Construcción de una función de deseabilidad la cual depende de los valores de ciertos umbrales proporcionados por el decisor (Wagner & Trautmann, 2010).

Según Rivera-Zárate (Rivera-Zárate, 2011), en el campo de optimización de cartera de proyectos, el modelo de superación propuesto por Fernández (Fernández et al., 2013) ha mostrado notables beneficios al resolver particularmente esta clase de problemas. Es ideal para definir el mejor compromiso en términos de las relaciones de superación.

2.7 Cartera de proyectos públicos (CPP)

Una de las tareas más comunes en los aspectos de la vida cotidiana, es el enfrentamiento con situaciones de toma de decisiones. Estas decisiones generan una reacción consecuente, ya sea, mejorando o perjudicando de alguna manera las circunstancias de alguna problemática a resolver. Una de las tareas más comunes de la dirección de empresas y organismos institucionales o gubernamentales, es la evaluación de proyectos que compiten por un apoyo financiero, el cual, si es tomado en conjunto, se puede ver como una cartera de proyectos. Estos proyectos generalmente siempre están en conflicto (Fernández & Navarro, 2002).

Un proyecto, es un proceso temporal, único e irrepetible que persigue un conjunto específico de objetivos, el cual tiene un costo asociado y puede pertenecer a un área, a una región, etc. Es en pocas palabras, un conjunto de proyectos es realizado bajo un mismo lapso, y por dicha razón, se encuentran en conflicto compitiendo por los recursos que dispone la organización. Se deben comparar grupos de proyectos para poder seleccionar la cartera que realiza una aportación mayor a los objetivos de la organización (Carazo et al., 2010).

Definición formal de cartera de proyectos

Una cartera de proyectos, es un conjunto de proyectos que comparten los fondos disponibles de la organización durante un periodo de tiempo determinado (Carazo et al., 2010). Este modelo de optimización está ampliamente inspirado en el conocido modelo de asignación 0–1 para el problema estacionario de selección de proyectos, el cual ha sido ampliamente estudiado en la literatura especializada (Carazo et al., 2010; Fernández, López, López, et al., 2011; Fernández et al., 2013).

El problema de CPP, es un caso especial de problemas de programación de horarios (tipo *timetable* o scheduling). Se ha demostrado que es de complejidad NP-Duros (Cooper & Kingston, 1995), justificando así incorporar algoritmos aproximados dentro de su estrategia de solución. En general, es un problema de asignación de recursos. En esta investigación de tesis, será abordado este problema a través de metaheurísticas.

Las consecuencias de la cartera generalmente se describen por múltiples atributos relacionados con el contexto de la organización. En la ecuación 2.1, se muestra el vector de consecuencias.

$$z(x) = \langle z_1(x), z_2(x), \dots, z_{C_r}(x) \rangle \quad (2.1)$$

El vector de la ecuación 2.1, está asociado a las consecuencias de una cartera x considerando C_r criterios, en dónde, $z_i(x)$ representa uno de los hechos u objetivos asignados a los atributos contenidos en x . Este vector es una representación vectorial del impacto de la cartera. Las consecuencias $z(x)$ representan el impacto de una cartera x , es decir, el resultado positivo o benéfico que una cartera proporciona al contexto. El vector $z(x)$ se obtiene a partir de una suma acumulativa de beneficios de los proyectos seleccionados bajo una o varias condiciones relacionadas con la contribución que ofrecen los proyectos. La condición principal es evitar sobrepasar el presupuesto asignado en la cartera.

Se hace la suposición de que los valores altos de los criterios son preferibles sobre los valores bajos. De esta manera, la mejor cartera se obtiene de acuerdo a la ecuación 2.2. En breve, las ecuaciones 2.2 y 2.3, presentan de manera formal el problema de cartera de proyectos.

$$\text{Función objetivo: } \max_{x \in R_F} \{ \langle z(x) \rangle \}. \quad (2.2)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{i=1}^n x_i c_i \leq B \quad (2.3)$$

Donde x es la cartera de proyectos, n es el número de elementos en la cartera, C_r es el número de criterios, $z(x)$ es el vector de consecuencias, b es el beneficio, B es el presupuesto, c es el costo y R_F es el espacio de solución factible de la cartera. En la ecuación 2.4, se muestra de manera formal la cartera x . En la ecuación 2.5, se presenta la manera formal en que se obtiene la suma acumulativa de los beneficios b_{ji} de los proyectos seleccionados bajo la condición de B , y en la ecuación 2.6, se muestra el vector de costos.

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ donde } x \in \{0, 1\}^n \quad (2.4)$$

$$z(x), \text{ donde: } z_i(x) = \sum_{j=1}^n x_j b_{ji} \quad (2.5)$$

$$c = (c_1, c_2, \dots, c_n) \text{ donde } c_i \in \quad (2.6)$$

El resultado esperado es la mejor solución compromiso dentro del espacio de soluciones factibles. Este conjunto en ocasiones es muy amplio y se requiere de la aplicación de diversas estrategias que delimiten el espacio de sus soluciones a través de preferencias.

Capítulo 3

ESTADO DEL ARTE

3.1 Modelos de personalidad de la literatura

Esta Sección presenta los modelos de la literatura más recurrentes en los trabajos revisados, en los cuáles, se basa esta investigación. De manera breve e introductoria, se mencionan los principales conceptos y la estructura detrás de los modelos FFM-OCEAN (McCrae & John, 1992), MBTI (The-Myers-Briggs-Foundation, 2017) y KTS (Keirsey, 1998). Estos modelos se basan en estudios de psicología y caracterizan o describen la personalidad de los individuos.

Modelo FFM-OCEAN

El modelo FFM-OCEAN (Five Factor Model-OCEAN (Openness, Conscientiousness, Extraversion, Agreeableness, Neuroticism)) se basa en el enfoque de los rasgos de personalidad, según lo descrito en la teoría de la personalidad. Se destaca a través de cinco factores que describen la personalidad (Pérez-Pinillos et al., 2013) derivados de un análisis de cuestionarios y adjetivos que indican las fortalezas y debilidades de cada rasgo a través de niveles (alto-bajo) (McCrae & John, 1992). Estos niveles se obtienen, por ejemplo, a través del cuestionario IPIP-NEO (International Personality Item Pool-Neuroticism, Extraversion & Openness), la cual, es una prueba aceptada en todo el mundo como uno de los cuestionarios más respetados y precisos (Psychometric Test, 2018). IPIP-NEO tiene dos versiones, una completa con 300 artículos (preguntas) y una versión corta con 120 artículos. A través de sus resultados, es posible conocer los niveles de cada uno de los rasgos o factores de personalidad correspondientes de cada individuo y, a partir de ellos, realizar cualquier tipo de análisis. En esta investigación, como parte de la propuesta, los niveles de OCEAN se utilizan para calcular la intensidad de la actitud de la personalidad que representa un individuo en un proceso de decisión. La Tabla 2, muestra los conceptos y estructura que conforman el modelo OCEAN.

Tabla 2. Conceptos generales del modelo OCEAN.

Factor	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 extroversión.	Solitario, callado, pasivo.	Unido, platicador, activo.
Agreeableness	Grado de amabilidad.	Suspicious, crítico, irritable.	Confiado, comprensivo, bondadoso,
Neuroticism	Lo opuesto a la estabilidad emocional.	Calmado, tibio, inexpresivo.	Preocupado, temperamental, emocional.

Modelo MBTI (Myers-Briggs Type Indicator)

El modelo MBTI se basa en el enfoque de tipos de personalidad. En este modelo, los individuos reciben un etiquetado abreviado formado por 4 letras con las que es posible formar 16 etiquetas (perfiles). 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 del modelo de personalidad propuesto en esta investigación. De estos enfoques de actitud, dos de ellos destacan: 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 del modelo propuesto (el MPBCD), ya que servirán para guiar el comportamiento de un perfil de personalidad en un contexto de toma de decisiones. La Tabla 3, muestra los enfoques particulares de las dicotomías del modelo MBTI. La Tabla 4, muestra las 16 etiquetas formadas por las dicotomías, además de su descripción.

Tabla 3. Enfoques de las dicotomías en el modelo MBTI.

Enfoque	Dicotomía	Descripción de la preferencia	Preferencia
Actitud	E (Extraversión)	Enérgico 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 4. Etiquetas de la personalidad del modelo MBTI.

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.

Modelo KTS (Keirsey Temperament Sorted)

KTS también utiliza el enfoque de tipos de personalidad, además de ser 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, con la diferencia de detallar aún más la personalidad, dando más elementos, como el temperamento, el rol y la variante de rol.

Es posible conocer el perfil de un individuo a través de varias versiones del cuestionario de KTS. Las preguntas están centradas en la preferencia de cómo expresar la interacción externa o interna del individuo, sobre el cómo obtener información y cómo lidiar con las situaciones a través del juicio y la percepción. En la versión reducida de 4 preguntas del cuestionario de este modelo, cada una de ellas representa el enfoque de actitud, percepción, decisiones y estilo de vida del perfil de personalidad (como en MBTI).

La mayor contribución del modelo KTS en la propuesta de esta investigación de tesis, es precisamente los temperamentos, ya que proporcionan una guía relevante para descubrir cuánta tolerancia tiene un individuo 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. La Tabla 5, muestra los conceptos que conforman el modelo KTS, donde es posible apreciar las bases de su estructura basada en el modelo MBTI.

Tabla 5. Estructura del modelo de los temperamentos de Keirsey (KTS).

	Temperamento	Rol	Variante de rol	
Concreto o abstracto	Cooperativo o utilitario	Informativo o directivo.	Expresivo o atento	
Observante (S)	Guardian (SJ): logístico.	Conservador (SFJ): soporte.	Proveedor (ESFJ): facilitador Protector (ISFJ): Garantiza	
		Administrador (STJ): regulador.	Supervisor (ESTJ): Impone Inspector (ISTJ): Certifica.	
	Artesano (SP): táctico.	Animador (SFP): improvisador.	Artista (ESFP): Demuestra. Compositor (ISFP): Sintetiza.	
		Operador (STP): Agilizador.	Promotor (ESTP): Convence. Creador (ISTP): Instrumenta.	
	Introspectivo (N)	Idealista (NF): diplomático.	Abogado (NFP): Mediador.	Campeón (ENFP): Motivador. Sanador (INFP): Conciliador.
Mentor (NFJ): desarrollador.			Maestro (ENFJ): Educador. Consejero (INFJ): Guía	
Racional (NT): estratégico.		Ingeniero (NTP): constructor.	Inventor (ENTP): Idea. Arquitecto (INTP): Diseñador.	
		Coordinador (NTJ): organizador.		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, aportando elementos relevantes sobre su comportamiento y preferencia de actuar, sin embargo, es necesario proveer de estrategias de solución que incorporen la personalidad para evidenciar su impacto e influencia dentro de un entorno de decisión.

3.2 Estrategias de solución que no toman en cuenta las preferencias del decisor

Existen varios algoritmos que no toman en cuenta las preferencias del decisor, tales como, P-ACO (Pareto Ant Clony Optimization), APS (Adaptive Pareto Sampling), SS-PPS (Scatter Search for Project Portfolio Selection) y el NSGA-II (Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm). En este trabajo de investigación de tesis, se da énfasis en el NSGA-II, ya que dicho algoritmo es uno de los más populares para resolver problemas multiobjetivo, además de funcionar como base para el modelo de preferencias utilizado en esta investigación de tesis.

NSGA-II (Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm)

El algoritmo NSGA-II genera una población de individuos la cual es ordenada conforme a la dominancia entre individuos de la población (Deb et al., 2000). El elitismo se realiza al transferir las soluciones no dominadas a la siguiente generación junto con otras soluciones que podrían ser de no tan buena calidad, de tal manera que exista diversidad. Dicho algoritmo utiliza los operadores evolutivos genéticos (cruza y mutación) para cada generación, que, al término de la última generación, las soluciones no dominadas de dicha generación serán una aproximación del frente de Pareto.

Según Rivera (Rivera Zárate, 2011), el NSGA-II es un algoritmo de los más utilizados dentro de los problemas multiobjetivo, y ha servido como la base para el diseño de otros algoritmos, tales como, la estrategia de solución que incorpora las preferencia en un SRPSD (Sistema Relacional de Preferencias de Superación Difusa) propuesto por Fernández (Fernández et al., 2010). NSGA-II, es una estrategia enfocada en encontrar el frente de Pareto en donde las soluciones podrían ser semejantes, lo que implica para el decisor un problema en el momento de elegir alguna de ellas. Entre más diferentes sean las soluciones, será mayor la facilidad de elección del decisor. Es importante resaltar el hecho de que el NSGA-II destaca entre los algoritmos multiobjetivo, pero no aborda la optimización multicriterio, aunque sirve como base para algoritmos de optimización multicriterio como el NOSGA (Fernández, López, López, et al., 2011; Rivera-Zárate, 2011).

3.3 Estrategias de solución que toman en cuenta las preferencias del decisor

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) y RPM (Robust Portfolio Modeling) y NOSGA-II. 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 describe únicamente el algoritmo NOSGA-II, ya que dicho algoritmo deriva su funcionamiento del NSGA-II incorporando preferencias (Rivera-Zárate, 2011), además de ser uno de los más populares de la literatura.

NOSGA-II (Non-Outranking Sorting Genetic Algorithm)

La mayoría de los enfoques actuales en la literatura de optimización evolutiva multi-objetivo se concentran en adaptar un algoritmo evolutivo para generar una aproximación de la Frontera de Pareto. Sin embargo, encontrar este conjunto no resuelve el problema. El DM todavía debe elegir la mejor solución compromiso fuera de ese conjunto. Fernández et. al (2011), introducen una nueva caracterización de la mejor solución compromiso de un problema de optimización multi-objetivo. Utilizando un sistema relacional de preferencias basado en el pensamiento de decisión multicriterio, y una generalización de predominancia basada en la superación (denominado como SRPSD), derivan algunas condiciones suficientes que describen aproximaciones satisfactorias al mejor compromiso. Tales condiciones definen un mínimo lexicográfico de un problema de optimización bi-objetivo, el cual es un mapeo del original. El método NOSGA-II, es un sistema NSGA-II inspirado de manera eficiente en resolver el problema resultante mapeado.

El algoritmo genético de ordenamiento no superado (estrategia NOSGA) explota el concepto de superación (Outranking) con la finalidad de integrar las preferencias del decisor, establecidas a priori, en un algoritmo genético. En NOSGA se incorpora el concepto de “solución no-superada” que generaliza el de solución no-dominada. A diferencia de la relación de no-dominancia de los Algoritmos Evolutivos Multiobjetivo (Multi-Objective Evolutionary Algorithms (MOEA)), la relación de no-superación contiene las preferencias del decisor. NOSGA permite reducir el espacio de soluciones a través de las relaciones de dominancia, dirigiendo la búsqueda a un subconjunto de soluciones (la ROI) que concuerde

con las preferencias del decisor, evitando hacer una búsqueda exhaustiva en todo el frente de Pareto, facilitando al tomador de decisiones elegir la solución que más le parezca conveniente (Fernández, López, Navarro, & Vega, 2011; Fernández, López, López, et al., 2011).

El principal cambio realizado al algoritmo, con respecto a NSGA-II, fue la incorporación de relaciones difusas para modelar en base a las preferencias imprecisas del decisor el grado de verdad de la proposición x supera a y que significa “la solución x parece al menos tan buena como la solución y . Esto se hace con el objetivo de obtener las mejores soluciones conforme con las preferencias del decisor y no sólo el frente de Pareto tal y como lo hace NSGA-II. La capacidad selectiva de NOSGA-II incrementa con respecto a su antecesor (la estrategia NOSGA) al incorporar la preferencia débil y la k -preferencia. El desempeño es medido en función de la cantidad de soluciones no superadas (Non-Outranked Solution (NOS)). Entre mayor sea la cantidad de NOS, se considera mejor el desempeño, al dar al decisor más opciones que están conforme a sus criterios (Rivera-Zárte, 2011).

3.4 Métodos de superación (Outranking)

Estos métodos se usan para identificar si las alternativas con más probabilidades de ser preferibles, a aquellas que son incomparables o indiferentes a las otras sobre los 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 & Xu, 2014; Mayor-Ríos, 2015).

Estos métodos surgen por consecuencia de las dificultades en el uso de otros métodos de decisión multicriterio, como el de función de valor, el cual necesita de condiciones teóricas muy fuertes y restrictivas, así como de información muy precisa sobre las preferencias del decisor (Ruiz-Martínez, 2013).

Los métodos de superación ELECTRE y PROMETHEE, son los métodos más recurridos en la literatura, sin embargo, en esta investigación de tesis, será abordado el método ELECTRE-III con lógica difusa, ya que se encuentra presente en el SRPSD.

3.5 Método de superación ELECTRE

ELECTRE (Elimination and (et) Choice Translating Algorithm), es el más conocido dentro de los métodos desarrollados para problemas multicriterio y se utiliza como un procedimiento

para reducir el tamaño del conjunto de soluciones eficientes. Dicha reducción se ejecuta a través de una partición del conjunto eficiente entre subconjuntos de alternativas favorables y no tan favorables dentro de la toma de decisiones (Bastiani-Medina, 2017).

ELECTRE se basa en los conceptos de concordancia y discordancia y el principio democrático de mayoría sin fuerte minoría, es decir que, la alternativa a tiene un mejor rendimiento que la alternativa b en la mayoría de los criterios y no hay criterios de tal manera que b sea más fuerte que a , por lo que, a tiene preferencia sobre b (denotado como aSb). Este método necesita parámetros de preferencia determinados por el tomador de decisiones, ya sea, proporcionados de manera directa o a través de inferencia con mecanismos de respuestas a una serie de preguntas (Liao & Xu, 2014; Mayor-Ríos, 2015).

Bernard Roy, fue el primero en proponer el método ELECTRE y dentro de los primeros métodos publicados dirigidos a la resolución de problemas multicriterio se encuentra ELECTRE I (utilizado con buenos resultados). Existen extensiones de este método de superación, tales como (Roy, 1996; Bastiani-Medina, 2017):

- **ELECTRE II.** Permite obtener una ordenación completa de las alternativas factibles.
- **ELECTRE III.** La relación de superación se basa en conjuntos difusos.
- **ELECTRE IV.** Es el apropiado para casos en los que la toma de decisión del DM no especifica pesos preferenciales.

ELECTRE-III

ELECTRE III, es un método de clasificación diseñado para introducir la noción de pseudo criterios en lugar de criterios verdaderos como en el método ELECTRE II. Es menos sensible a la inexactitud, imprecisión, determinación incorrecta o incertidumbre de los datos (Soniran-Shofade, 2011).

El método de superación externa ELECTRE-III, es uno de los métodos más mencionados en la literatura para problemas de múltiples criterios (Bastiani-Medina, 2017), 2017) y se utiliza NOSGA-II para integrar los parámetros relacionados con las preferencias del DM utilizando el método ELECTRE-III difuso (Roy, 1996; Rivera-Zárate, 2011), con el propósito de reducir el tamaño del conjunto de soluciones eficientes (Bastiani-Medina, 2017).

ELECTRE-III, utiliza una función de credibilidad y ciertos parámetros, tales como, peso, umbral de indiferencia, umbral de preveto y umbral de veto, los cuales se describen a continuación (Rivera-Zárate, 2011):

- **Vector de pesos de los objetivos.** Es representado mediante el vector W (descrito en la ecuación 3.1), y representa qué tan importante es para el decisor cada uno de los objetivos, en donde

$$W_k > 0 \text{ para cada } k \in \{1,2,3, \dots, p\} \quad (3.1)$$

donde p es la cantidad de objetivos, además, de acuerdo a la ecuación 3.2

$$\sum_{k=1}^p W_k = 1 \quad (3.2)$$

- **Umbral de indiferencia.** Se representa a través del vector q , e indica que tan pequeñas deben ser las diferencias (en los objetivos) entre una y otra alternativa para que sean consideradas despreciables.
- **Umbral de preveto.** Se reconoce mediante el vector u , y señala cuál es la magnitud en las diferencias (objetivos) cuando se comienza a observar condiciones de veto (de acuerdo a la ecuación 3.3), en donde

$$u_k \geq q_k \text{ para cada } k \in \{1,2,3, \dots, p\} \quad (3.3)$$

- **Umbral de veto.** Es representado mediante el vector v , y señala cuál es la magnitud en las diferencias (objetivos) entre dos alternativas para que se dispare una condición de veto (según lo mostrado en la ecuación 3.4), en donde

$$v_k \geq u_k \text{ para cada } k \in \{1,2,3, \dots, p\} \quad (3.4)$$

En ELECTRE III, se define una matriz sigma (σ) que es producto de los cálculos efectuados entre la concordancia y la discordancia, en donde $c(x, y)$ representa el índice de concordancia y $d(x, y)$ al índice de discordancia. El índice de concordancia puede ser calculado de acuerdo a la ecuación 3.5.

$$c(x, y) = \sum_{k=1}^p c_k(x, y) \quad (3.5)$$

Donde, conforme a la ecuación 3.6,

$$c_k(x, y) = \begin{cases} w_k & \text{si } xP_k y \vee xI_k y, \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (3.6)$$

donde $xP_k y$ y $xI_k y$ representan a las funciones lógicas de la preferencia e indiferencia, respectivamente, cuando se evalúa el k -ésimo objetivo. La preferencia puede ser definida tal y como se describe en la ecuación 3.7 como:

$$xP_k y = f_k(x) > f_k(y) \wedge \neg xI_k y \quad (3.7)$$

f_k es la función de evaluación para el k -ésimo objetivo. La indiferencia se define de la siguiente manera, de acuerdo a la ecuación 3.8:

$$xI_k y = |f_k(x) - f_k(y)| \leq q_k \quad (3.8)$$

q_k es el umbral de indiferencia para el k -ésimo objetivo. La representación del índice de discordancia se define en la ecuación 3.9 como:

$$d_k(x, y) = \min_{k \in \{1, 2, 3, \dots, p\}} \{1 - d_k(x, y)\} \quad (3.9)$$

Donde, según lo presentado en la ecuación 3.10,

$$d_k(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{si } \nabla_k(x, y) < u_k, \\ \frac{\nabla_k(x, y) - q_k}{v_k - q_k} & \text{si } u_k \leq \nabla_k(x, y) < v_k, \\ 1 & \text{si } \nabla_k(x, y) \geq v_k \end{cases} \quad (3.10)$$

v_k y u_k son los umbrales de veto y preveto respectivamente, y el valor $\nabla_k(x, y)$, se obtiene de acuerdo a la ecuación 3.11 de la siguiente manera:

$$\nabla_k(x, y) = f_k(y) - f_k(x) \quad (3.11)$$

Una vez que se tienen las matrices con los valores calculados por la concordancia y

discordancia, se realiza el cálculo de la matriz σ . Dicha operación se define en la ecuación 3.12 como:

$$\sigma(x, y) = c(x, y) \cdot d(x, y) \quad (3.12)$$

3.6 Modelo de preferencias

El SRPSD, es un modelo basado en las relaciones de preferencia propuestas por Fernández et al. (Fernández et al., 2010; Fernández, López, López, et al., 2011) basados en las relaciones de preferencia de Bernard Roy (Roy, 1996). Este modelo identifica una subregión de la frontera eficiente a través de relaciones de preferencia difusas, en las cuales es más probable que encuentre la mejor solución, de acuerdo con la relación de preferencia estricta, debido a la capacidad discriminatoria y la extensión de elementos en el modelo (Fernández, López, López, et al., 2011). Este modelo requiere de $\sigma(x, y)$ y parámetros de preferencia (λ , β y ε), los cuales se abordan a continuación.

La mejor solución compromiso

La mejor solución compromiso se identifica mediante un subconjunto de posibles soluciones posibles (denotadas como O), que se obtienen mediante relaciones de preferencia en la forma ELECTRE-III (Roy, 1996). Estas relaciones describen situaciones relacionadas con el comportamiento de los tomadores de decisiones reales a través de un sistema de preferencias relacional compuesto por varias relaciones binarias (Roy, 1996; Cruz-Reyes, Fernández, & Rangel-Valdez, 2017). Para modelar tales relaciones de preferencia, se utiliza la función de credibilidad $\sigma(x, y)$ proporcionada por el método de superación ELECTRE-III.

Una vez que se ha calculado $\sigma(x, y)$, se utilizan los umbrales de credibilidad (λ), asimetría (β) y simetría (ε), asociados con el grado de credibilidad aceptable entre comparaciones, distinción de preferencia entre comparaciones y la indiferencia entre comparaciones. respectivamente, donde $0 \leq \varepsilon \leq \beta \leq \lambda$ y $\lambda \geq 0.5$. A partir de todo lo descrito, es posible modelar cada par (x, y) de relaciones de preferencia, y sus definiciones se muestran a continuación (Roy, 1996; Cruz-Reyes et al., 2017).

- **Preferencia estricta.** Referido como xPy . Es esa situación en la que el decisor prefiere significativamente x sobre y . El tomador de decisiones puede justificar por qué cree que x es una mejor alternativa.

- **Indiferencia.** Al comparar ambas alternativas, el tomador de decisiones las observa de manera similar y es difícil decidir alguna. Esta relación se representa como xIy .
- **Preferencia débil.** Modela un estado de duda entre preferencia estricta e indiferencia. Se representa como xQy .
- **Incomparabilidad.** Las soluciones no se pueden comparar. El decisor no puede establecer una preferencia a favor de ninguno de ellos. Esta relación se representa como xRy .
- **K-preferencia.** Es un estado de duda entre la preferencia estricta y la incomparabilidad. Se denota como xKy .

El subconjunto de soluciones potencialmente viables (denotado como O) obtenidas por las relaciones de preferencia, se utiliza para calcular los frentes $NS(O)$ (frontera estrictamente no superada), $NW(O)$ (frontera no superada débilmente) y $NF(O)$ (soluciones de salida de flujo neto). Estos frentes son la solución ideal para una cartera de proyectos que identifica la alternativa O que pertenece a todas las fronteras. La solución tri-objetivo $(0,0,0)$ ofrece las mejores condiciones como el mejor compromiso. Las definiciones de cada uno de los frentes son (Fernández, López, López, et al., 2011; Rivera-Zárate, 2015; Cruz-Reyes et al., 2017):

- **Frontera estrictamente no superada.** $S(O, x)$ es el conjunto de soluciones estrictamente preferibles sobre x (de acuerdo a la ecuación 3.13). Esta frontera se define de acuerdo a la ecuación 3.14.

$$S(O, x) = \{y \in O | yPx\} \quad (3.13)$$

$$NS(O) = \{x \in O | S(x, O) = \emptyset\} \quad (3.14)$$

- **Frontera no superada débilmente.** Este conjunto surge de soluciones débilmente preferidas sobre x (dadas por la preferencia débil y la K -preferencia, según lo definido en la ecuación 3.15). Esta frontera se define de acuerdo a la ecuación 3.16.

$$W(x, O) = \{y \in NS(O) | yQx \vee yKx\} \quad (3.15)$$

$$NW(O) = \{x \in NS(O) | NW(x, O) = \emptyset\} \quad (3.16)$$

- **Soluciones de salida de flujo neto.** Detecta la diferencia entre las soluciones de la frontera no superada estrictamente, y el flujo neto (definido en la ecuación 3.17), donde, $F(O, x)$ (ecuación 3.18) y $F_n(x)$ (ecuación 3.19).

$$NF(O) = \{x \in NS(O) | F(O, x) = \emptyset\} \quad (3.17)$$

$$F(O, x) = \{y \in NS(O) | F_n(y) > F_n(x)\} \quad (3.18)$$

$$F_n(x) = \sum_{y \in NS(O) \setminus \{x\}} [\sigma(x, y) - \sigma(y, x)] \quad (3.19)$$

El mejor compromiso es un conjunto no dominado que satisface el problema de los tres objetivos, según la ecuación 3.20.

$$S(O, x) = W(O, x) = F(O, x) = \emptyset \quad (3.20)$$

De acuerdo a la ecuación 3.20, O pertenece a todas las fronteras. La solución de tres objetivos o tri-objetivo no dominada se muestra en la ecuación 3.21.

$$\min_{x \in O} \{|S(O, x)|, |W(O, x)|, |F(O, x)|\} \quad (3.21)$$

3.7 Trabajos relacionados con la personalidad y los AVI

Hay una amplia variedad de aplicaciones que requieren de modelar el comportamiento de los Agentes Virtuales. Algunas de estas aplicaciones a las que se refieren, son aquellas enfocadas a la interacción con los humanos, como lo son los asistentes virtuales, y otras tantas que se dirigen a emular el comportamiento humano, como sucede en los juegos de video o en la robótica. Para dar realismo en el comportamiento de dichas aplicaciones, se necesita del modelado que integren funciones como las emociones, los rasgos de personalidad, preferencias y motivaciones (Pérez-Pinillos et al., 2013).

Modelo de interacción social para ECA destinados a la rehabilitación de pacientes con daño cerebral ocasionado por accidentes cerebro vasculares

Lucila Morales (Morales-Rodríguez, 2007) propone un concepto de interfaces emocionales y sociales para agentes conversacionales personificados (los 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.

Su objetivo principal es construir un *personaje emocional inteligente* capaz de modificar su estado emocional en relación a la evaluación de 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:

1. Un perfil de personalidad (rasgos de personalidad, cultura, estatus y género) y estado interno del personaje (estado cognitivo, estado emocional, estado anímico, nivel de estrés y empatía)
2. La percepción e interpretación de las acciones y actitudes del interlocutor.
3. El protocolo de diálogo, así como los objetivos e intenciones de las tareas del personaje.

Implementación de un modelo de la personalidad en agentes a partir del fundamento psicológico

Sebastian Ahrndt y sus colaboradores (Ahrndt, Fähndrich, & Albayrak, 1986) integran las características de la teoría de la personalidad del FFM en el ciclo de vida de los agentes BDI y discuten dos versiones diferentes de la arquitectura BDI. El prototipo lo han implementado como un modelo, el cual llamaron AntMe. El modelo AntMe, ha sido descrito como un entorno de simulación basado en agentes, cuyo propósito de construcción es el estudio del comportamiento. Los experimentos realizados en este entorno, muestran que la personalidad sí afecta a todas las fases importantes dentro del proceso de toma de decisiones.

Presentan al ciclo de vida de un agente BDI en cuatro etapas, las cuales son: Revisión

de creencias (*Belief Revision*), la Generación de Opción (*the Option Generation*), el Proceso de Filtado (*the Filter Process*) y la Actuación (*the Actuation*). En este modelo propuesto, las fases del ciclo BDI son influenciadas por las características de una sola personalidad en distintas formas. Por ejemplo, el rasgo de consciencia influye fuertemente en el comportamiento de un agente impulsado por un objetivo, mientras que el rasgo de extraversión influye en la preferencia del agente para interactuar con otros.

Adaptación de la personalidad de los agentes en el proceso de negociación

Shavit Talman y su equipo de trabajo (Talman, Gal, Hadad, & Kraus, 2005) describen un modelo en el que la utilidad de los agentes se caracteriza en términos de cooperación y fiabilidad. En este modelo, un agente elige cierta acción basada en el grado de utilidad de otros agentes, dada la relación de dependencia que mantiene el agente con los demás.

Mencionan que dicho modelo fue evaluado en un juego de negociación en el que los jugadores necesitaban intercambiar recursos para alcanzar sus metas, pero no contaban con información sobre los recursos de los demás.

Su reto fue utilizar este modelo de toma de decisiones basado en la Teoría de Juegos para guiar el comportamiento de estos agentes a través de estrategias que consideran los efectos de las decisiones de estos agentes deliberativos sobre otros. Los agentes razonan bajo una personalidad propia, así como en sus creencias sobre la personalidad de otros.

En sus resultados demostraron que los agentes que usaban el modelo podían identificar y adaptarse al grado variable de utilidad de los demás, al igual que con su comportamiento, inclusive mientras los otros agentes cambian constantemente su comportamiento, tanto como los tipos de variaciones del entorno.

Implementación de un modelo de personalidad multicapa

Kshirsagar y Magnenat-Thalmann (Kshirsagar & Magnenat-Thalmann, 2002), implementaron un sistema que permite el diseño de la personalidad emocional de un humano virtual. Utilizaron el FFM, el cual es un modelo de la personalidad basada en estudios de psicología. Para construir el modelo, emplearon las Redes Bayesianas (Bayesian Belief Network) a través de un enfoque en capas para el modelado de la personalidad, los estados de ánimo y las emociones. La demostración del humano virtual con personalidad emocional la llevaron a cabo integrando

el sistema en una aplicación de chat. El sistema permite al desarrollador diseñar e implementar personalidades y permite al usuario interactuar con ellas.

Rasgos de la personalidad de un agente en entornos virtuales basado en predicciones de la teoría de evaluación

Lori Malatesta y sus colaboradores (Malatesta, Caridakis, Raouzaïou, & Karpouzis, 2007) investigaron temas de expresividad y rasgos de personalidad para agentes conversacionales personificados (los ECA) en entornos que permiten interacciones dinámicas con humanos. Estos entornos están definidos y modelados con el uso de tecnología de motores de juego de última generación.

Se han enfocado en generar comportamientos sencillos en ECA, formados por expresiones faciales y gestos en un contexto bien definido de interacción no verbal, es decir, al modelado de agentes o personajes afectivos que representen comportamientos distintos en situaciones similares dependiendo de sus rasgos de personalidad y estado anímico actual. La manera de llevar a cabo el modelo, se basa en el FFM y modelo OCC (Ortony, 2003) para la definición de emociones.

Simulación genérica de la personalidad y emoción para agentes conversacionales

Egges, Kshirsagar y Magnenat-Thalmann (Egges, Kshirsagar, & Magnenat-Thalmann, 2004) describen un modelo genérico para la simulación de la personalidad, el humor y las emociones en los ECA's. Según lo que explican, su modelo propuesto se debe a que no existe una interfaz entre los modelos de personalidad multidimensionales e independientes del dominio y el modelo OCC. Pretenden integrar el manejo de ambas teorías de evaluación en el *framework*, en conjunto con el comportamiento basado en las emociones. Para conseguirlo, proponen definir la manera de utilizar un modelo de personalidad independiente del dominio y continuar utilizando el modelo OCC para las evaluaciones. El propósito de dicho modelo, es demostrar la naturaleza de estas relaciones y proponer cómo parametrizarlo para que pueda ser utilizado en una aplicación en concreto. Este prototipo además incluirá un sistema de diálogo y una cabeza animada que ejecutará funciones de habla de forma sincronizada (*synchronised speech*) y expresiones faciales.

Influencia de la personalidad de los usuarios y el género en el procesamiento del comportamiento multimodal de los agentes virtuales

Stéphanie Buisine y Jean-Claude Martin (Buisine & Martin, 2009) realizaron un estudio de los efectos de la personalidad de los usuarios (Introversión / Extraversión) sobre el procesamiento del comportamiento del agente para saber si los extravertidos e introvertidos son influenciados en igual medida por la estrategia de comunicación del agente (voz, gestos y expresión facial). Para lograrlo, primeramente, revisaron la literatura psicológica sobre el comportamiento cognitivo de la Introversión/Extraversión, así como estudios previos usando ECA's para investigar temas similares. El modelado de la personalidad del ECA se realiza a través del modelo OCEAN. El ECA se visualiza como un tutor virtual de apoyo en la eficiencia educacional.

3.8 Trabajos relacionados con los problemas de decisión

Sistema interactivo de apoyo a la toma de decisiones

Balderas (Balderas-Jaramillo, 2012) presenta el desarrollo de un *Framework* o Sistema de Ayuda a la Decisión (DSS) para el problema de selección de cartera de proyectos financiados con fondos públicos.

El *Framework* interactivo está diseñado para asistir en el proceso de toma de decisiones, seleccionando la mejor cartera, basándose en el proceso de toma de decisiones clásico de Herbert A. Simon (Simon, 1977), con el método SMART (obtener preferencias), esto a través de una interfaz hombre-máquina flexible.

El método Smart fue adaptado para permitir al tomador de decisiones el descubrimiento de sus preferencias y expresarlas en términos de los pesos del objetivo y las restricciones del presupuesto.

La interfaz de usuario gráfica ayudar al DM a través de la visualización del impacto en el intercambio de preferencias y también en los proyectos dentro de un portafolio referenciado, de esta manera se puede tomar una decisión o ajustar los cambios necesarios.

Metaheurístico de optimización basado en el traspaso indirecto de parámetros de preferencia para resolver problemas con múltiples criterios

Laura Cruz Reyes y sus colaboradores (Cruz-Reyes et al., 2017), atienden el problema de

incorporar preferencias a un DM en la optimización evolutiva de muchos objetivos, sin embargo, se requiere de un gran número de parámetros tales como lo son los pesos y diferentes umbrales.

Proponen un nuevo método de optimización basada en metaheurísticas para inferir los parámetros del modelo de un sistema relacional difuso de las preferencias, basadas en un pequeño número de sentencias dadas por el tomador de decisiones.

Utilizan el enfoque de superación para incorporar preferencias en un MOEA, y dicho enfoque, fue propuesto por Fernández et al. (Fernández, López, López, et al., 2011) y ha sido aplicado satisfactoriamente en la resolución de problemas de cartera de proyectos con múltiples objetivos a través del SRPSD.

Se enfocaron en el desarrollo de un enfoque de optimización para un método PDA (Preference Disaggregation Analysis) basado en metaheurísticas y utilizado para inferir los parámetros del SRPSD. De acuerdo a la literatura, mencionan que su trabajo es el único que integra parámetros obtenidos de métodos de superación.

El resultado de su experimentación se llevó a cabo con varios algoritmos, evaluando la calidad de los parámetros estimados, la proximidad a los parámetros reales y la capacidad de predecir nuevas relaciones de preferencia.

Desarrollo de un protocolo de comunicación para un *framework* de apoyo a la toma de decisiones

Sánchez (Sánchez-De La Paz, 2016), desarrolló una arquitectura para el protocolo de comunicación de un *framework* de apoyo a la toma de decisiones para la selección de proyectos en una organización. El *Framework* de Apoyo a la Decisión (FAD) oculta los detalles técnicos y matemáticos al tomador de decisiones por medio de una interfaz gráfica intuitiva. Utiliza un módulo de optimización de las soluciones mediante modelos de toma de decisión para la selección de la mejor cartera de proyectos. Dichos modelos de preferencias con los que cuenta, son modelos propuestos por Fernández (Fernández et al., 2010), los cuales hacen uso de lógica difusa o ranking de prioridades para modelar en base a las preferencias de un DM.

El protocolo se encuentra basado en lenguaje XML (Extensible Markup Language) conocido como XFDM (XML Format for Decision Making).

Modelado de la personalidad de los tomadores de decisiones para la toma de decisiones activa

Paranagama y sus colaboradores (Paranagama, Burstein, & Arnott, 1997), realizaron una investigación para descubrir si la personalidad de los individuos conduce a preferencias de decisión distintas. Estas preferencias fueron explicadas a través de un modelo multicriterio de medición de atributos. Emplearon pesos y atributos para el modelo multicriterio, en donde los atributos representan a los criterios, y los pesos a la importancia del atributo. Emplearon el indicador Myers-Briggs para modelar la personalidad.

Presentaron un *framework* de apoyo a la decisión que intenta proporcionar la base para sistemas que son capaces de adaptarse a sus usuarios sobre la base de sus preferencias de personalidad. Las capacidades de adaptación se facilitan a través de la construcción de perfiles de tomadores de decisiones, situaciones de decisión y dominios de decisión. Un mecanismo de inferencia que utiliza redes neuronales se emplea para construir estos perfiles. Un sistema maduro puede ser capaz de identificar inconsistencias en la toma de decisiones de un individuo y proporcionar soporte de decisión activo.

Este proyecto intenta comprender mejor la influencia de la personalidad en la toma de decisiones humana. Esperan que su sistema puede conducir al objetivo deseable al proporcionar apoyo intelectual.

3.9 Comparación de trabajos relacionados

Los trabajos citados con anterioridad, reflejan la integración sólo de uno de los modelos de la literatura, ya sea, de personalidad o de preferencias, a excepción del trabajo de Paranagama et al., el cual integra un modelo de preferencias y de la personalidad para ejercer influencia con dicha personalidad.

El trabajo de Paranagama et al., es el más cercano a la propuesta de esta investigación de tesis, sin embargo, los mecanismos empleados para lograr los propósitos establecidos en cada una de las investigaciones, son distintos. Por ejemplo, el modelo de preferencias empleado en el trabajo de Paranagama et al., se realiza a través de un conjunto colectivo de pesos, atributos o criterios, obtenidos de un estudio diferencial de la personalidad de los individuos en base a un contexto de decisión. Estos atributos registran la preferencia de cada uno de los individuos por cada atributo en una toma de decisión determinada. El conjunto de

los atributos de cada individuo, conforman su modelo de preferencias de decisión. Estas preferencias son gestionadas a través de un sistema de soporte de decisiones, que consiste en una colección de perfiles de personalidad y un mecanismo de inferencia que sintetiza la información del perfil y los factores situacionales para utilizarlos en el modelo de decisión. Esta información sintetizada, pasa a manos del decisor a manera de aproximaciones de sus preferencias, en donde, el decisor manipula esta información hasta obtener el resultado de decisión más satisfactorio. Este mecanismo de inferencia recupera la nueva información de las preferencias, y las actualiza utilizando redes neuronales, mejorando de manera continua los perfiles, dando aprendizaje en cada instancia de toma de decisiones. Los umbrales de preferencia que infiere este sistema, se basan en el aprendizaje recopilado por decisiones anteriores en cada instancia. Los perfiles de personalidad utilizados, son basados en las preferencias de los individuos.

En este trabajo de investigación de tesis, el modelo de preferencias consta de una estrategia de solución que integra las preferencias de los decisores a través del SRPSD. Para el caso de los perfiles de personalidad, se emplearon 3 modelos recurrentes de la literatura para crear el modelo de personalidad MPBCD, el cual, es capaz de describir a los individuos en cualquier contexto de decisión. El conocimiento de las preferencias previas al análisis dentro del sistema, fue obtenido mediante los cuestionarios de personalidad y el cuestionario de preferencias propuesto en esta investigación. De esta manera, se obtiene un conjunto de referencia (denominado como CR en este trabajo de investigación de tesis), que contiene las preferencias para un contexto de decisión en específico. La inferencia de los umbrales, se realiza a través del modelo de impacto preferencial del MPBCD, utilizando la información del CR, además de una petición, pedido o consulta inicial dada por el decisor, que representa una guía de aproximación preferencial para los criterios. El valor de estos umbrales representa la información de uno o más individuos correspondientes a un mismo tipo de perfil de decisión, según sea el caso, además de representar la influencia de la personalidad sobre las preferencias. La solución del sistema es presentada al decisor para su evaluación en cuanto a la aceptación y aproximación de las alternativas de solución con respecto a la solicitud o consulta inicial.

Ambos trabajos poseen el mismo objetivo en común, el cual es el de evaluar el comportamiento de los individuos basado en la influencia de la personalidad. En la Tabla 6,

se muestran los trabajos relacionados con esta investigación de tesis y los elementos en común.

Tabla 6. Trabajos relacionados.

Trabajos	Modelo de personalidad	Arquitectura de agente	Modelo de Preferencias
(Morales-Rodríguez, 2007)	OCEAN	Propuesta	NO
(Ahrndt et al., 2015)	FFM	BDI	NO
(Talman, Gal, Hadad, & Kraus, 2005)	FFM/Personalizado	BDI/Multiagentes	NO
(Kshirsagar & Magnenat-Thalmann, 2002)	FFM	Multicapa	NO
(Malatesta et al., 2007)	FFM/OCC	Propuesta	NO
(Egges et al., 2004)	Modelo OCC	BDI	NO
(Buisine & Martin, 2009)	OCEAN	Propuesta	NO
(Balderas-Jaramillo, 2012)	NO	NO	SÍ
(Cruz-Reyes et al., 2017)	NO	NO	SÍ
(Sánchez-De La Paz, 2016)	NO	NO	SÍ
(Paranagama et al., 1997)	Propuesto	NO	SÍ (propuesto)
Este trabajo	Modelo de personalidad propuesto MPBCD, que integra los modelos: FFM-OCEAN, MBTI, KTS.	BDI	SÍ

Capítulo 4

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En este Capítulo se describe: la arquitectura del AVI de este proyecto y el modelo de personalidad MPBCD, en donde, se presenta la manera en que se integran los modelos de la literatura para generar un perfil de decisión, además de la formalización del modelo de impacto preferencial a través de la inferencia de los parámetros de influencia de la personalidad sobre las preferencias de un DM.

Los conceptos que aparecen en las figuras que muestran la arquitectura del AVI, se encuentran basados en un caso de estudio que gira en torno a un súper mercado en línea. Este caso de estudio se verá más a detalle en la Sección 5.1.

4.1 Arquitectura del proyecto

Antecedentes

La arquitectura del proyecto se formó tomando las bases de la arquitectura de un agente basado en utilidad propuesto por Russell et. al (Russell, Norvig, & Davis, 2010). Esta arquitectura cuenta con reactividad, estado interno y objetivos, además de estimar el grado de satisfacción de un estado para el agente, que le sirve para elegir entre distintas acciones válidas. Este tipo de esqueletos de agente que presentan dichos autores, incorporan los principios básicos que subyacen a casi todos los sistemas inteligentes.

La arquitectura del proyecto también se encuentra formada bajo la teoría de agentes, al incorporar autonomía, sociabilidad y razonamiento. El tipo de agentes racionales son el tipo de razonamiento que se necesita para abordar agentes más allá de lo reactivo, como lo son los ECA (Picard, 1997; Buisine, 2004). Estos elementos de autonomía, sociabilidad y racionalidad, necesitan de una arquitectura adecuada para reflejar dicha conducta. La arquitectura de agentes deliberativa BDI (Belief-Desire-Intentions) incorpora simbología del mundo real, tales como, creencias, deseos e intenciones. Esta teoría simbólica se asemeja a la estructura planificada en este proyecto, en donde, las creencias se relacionan con la

personalidad, es decir, el agente sabe quién es y el contexto o entorno en el que se desenvuelve; los deseos son relacionados con los objetivos que persigue el agente, que en este caso, son los criterios de selección de los elementos dentro del caso de aplicación (productos de la canasta de súper mercado) basado en las preferencias; la relación entre las intenciones, es la de entregar las alternativas de solución más apegadas a los elementos o productos de preferencia solicitados desde un inicio por el decisor.

Arquitectura propuesta

La arquitectura del proyecto de esta investigación, está compuesta en términos generales por cuatro módulos: *recepción*, *proceso deliberativo*, *modelo de personalidad MPBCD e interfaz*. La figura 4, muestra el diagrama general del asistente virtual que prioriza la selección de elementos de súper mercado considerando las preferencias y la personalidad del decisor, tomándolos desde la *Base de Conocimiento*, que es el módulo que representa el almacenamiento de los elementos en cuestión, incluidos los datos del usuario, tales como, su número de identificación dentro del sistema de compras (ID), perfil de personalidad, información sobre sus preferencias, etc. Estos datos se recopilan a partir de cuestionarios y de la interacción entre cliente-agente virtual. Además, se muestra la numeración del orden con que se realiza dicho procedimiento de selección de elementos dentro de la arquitectura. En breve se describe cada uno de los módulos de la arquitectura.

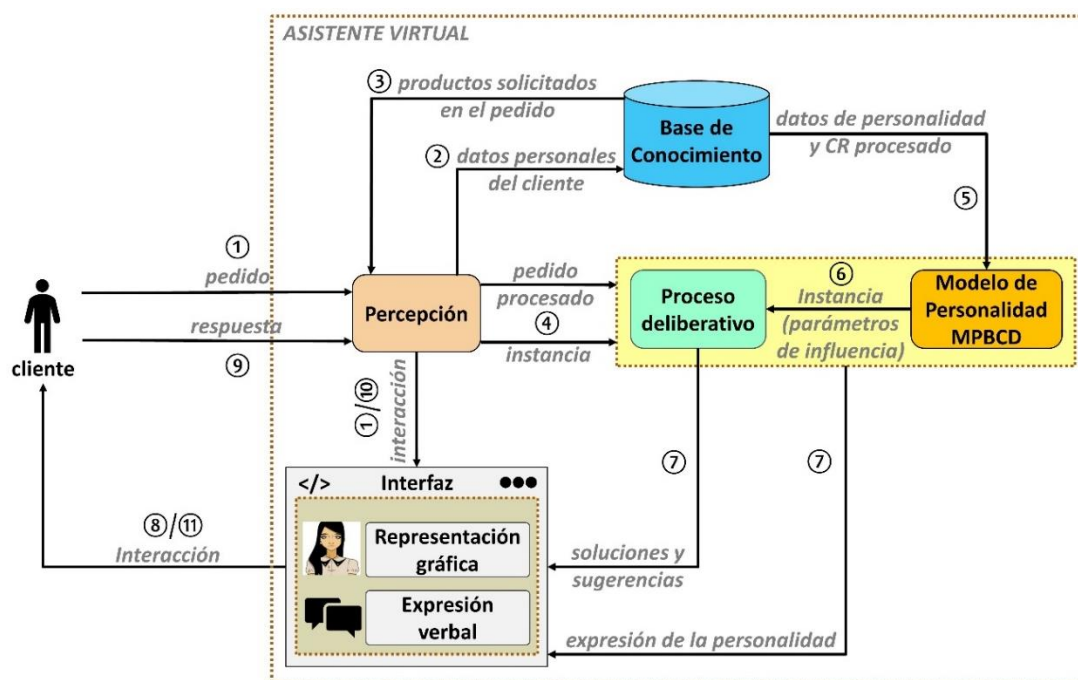


Figura 4. Diagrama general del proyecto.

Módulo *Percepción*

Este módulo se encarga en términos generales de recibir el pedido del cliente, así como algunos datos personales. Los clientes ya registrados, solo ingresarán su ID y su lista o pedido de productos. En el caso de nuevos clientes, es necesario que respondan los cuestionarios para recopilar su información y almacenarla en la *Base de Conocimiento*. Cuando el cliente proporciona su ID y su pedido, el módulo *Percepción* se encarga de recibir estos datos y utilizarlos para obtener los productos ubicados en la *Base de Conocimiento* que tienen características similares a las de su pedido.

El procedimiento anterior, se realiza a través de los procesos: *Obtener productos CR* y *Filtrar productos CR*. Para localizar la información del cliente, con el fin de conocer sus preferencias, se utiliza su ID, y de esta manera, se obtiene su conjunto de referencia (o el CR), que es el que contiene la información sobre sus preferencias bajo el contexto del caso de estudio. Una vez que se obtiene el CR del/los individuos, el proceso *Filtrar productos CR*, se encarga de mantener sólo a aquellos productos del mismo tipo que los de su pedido, de esta manera, el CR es procesado de acuerdo al pedido y se encuentra en condiciones de continuar con los procedimientos posteriores de análisis. En la figura 5, se muestra el diagrama correspondiente al módulo *Percepción* y sus procesos internos.

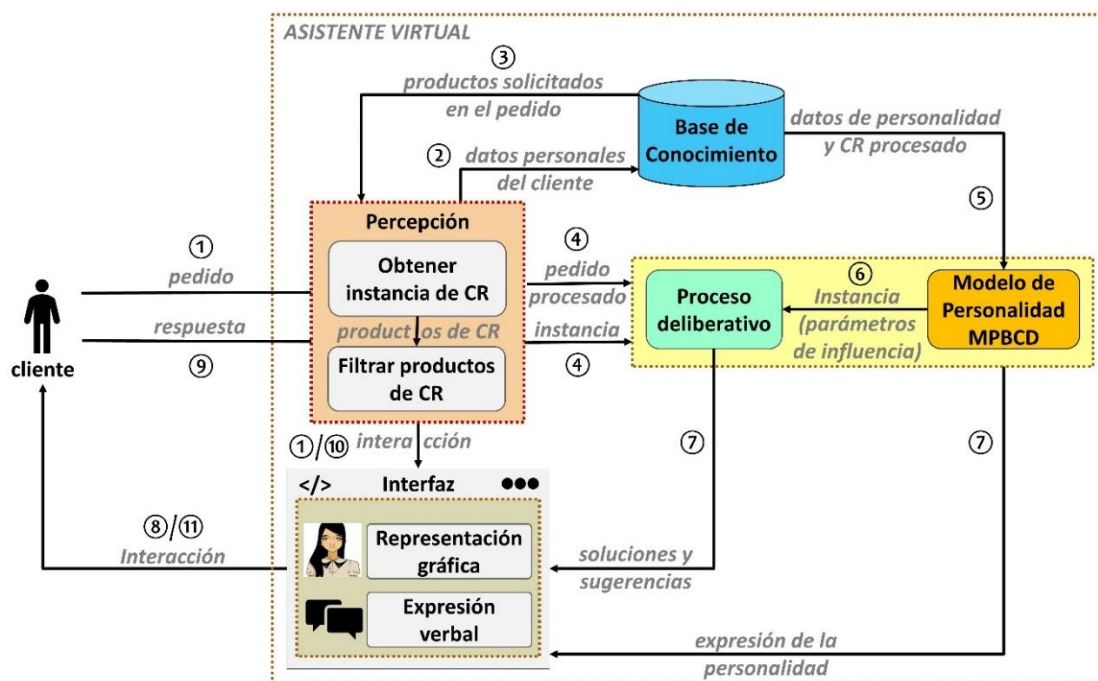


Figura 5. Módulo *Percepción* y sus procesos interiores.

Módulo del Modelo de personalidad MPBCD

Este módulo contiene el modelo de personalidad MPBCD, el cual, es el modelo propuesto de personalidad de esta investigación de tesis. Se encarga de proporcionar la descripción del comportamiento de los individuos, además de proveer de un conjunto de parámetros esenciales para influenciar con la personalidad a las preferencias. Esta influencia se realiza a través del modelo de impacto preferencial del MPCBD, el cual, se detalla en la Sección 4.2.

Una vez que el CR ha sido procesado en el módulo *Percepción*, de acuerdo con el pedido de compras del cliente (lista de compras inicial), el proceso *Descripción del perfil de personalidad*, es responsable de obtener los datos como, los rasgos de personalidad OCEAN del cliente, el perfil KTS y el perfil de decisión, así como su intensidad y tolerancia de la personalidad.

Hasta este punto, hay información suficiente para inferir los umbrales de preferencias influenciados por la personalidad del cliente a través del proceso *Inferir umbrales*, utilizando la información del CR, la intensidad y la tolerancia de la personalidad. Este proceso de inferencia, también se le conoce en esta investigación como modelo de impacto preferencial del MPBCD. Una vez que se han completado los procedimientos anteriores, se genera una instancia que contiene la información necesaria, como el presupuesto, el peso de los criterios del producto, los umbrales de preferencia, productos similares al pedido, etc. Esto se realiza a través del proceso *Finalizar instancia*. Los elementos contenidos en esta instancia, son los parámetros de influencia de la personalidad sobre las preferencias.

Es posible que, surja el caso en el que algún cliente no tenga un interés tan pronunciado por los criterios de sus productos, es decir, podría omitir si el precio de sus productos es más importante para él que la popularidad de la marca o su contenido. Para este caso en particular, sería omitido el proceso *Inferir umbrales*, y se completaría la instancia de parámetros de manera directa.

Otro de los casos, es aquel en donde el cliente omite su información personal (perfil KTS y rasgos OCEAN), posiblemente porque no haya resuelto los cuestionarios de cada modelo o por algún otro motivo. Para este caso, es posible omitir los procesos del módulo del *Modelo de personalidad MPBCD* y únicamente se realizaría el análisis con la información básica del cliente como su ID y su CR. Este caso es hipotético, ya que fue pensado

principalmente para generar un punto de comparación entre los resultados que incluyen personalidad y preferencias, contra los que no incluyen personalidad, ni preferencias, etc. Este análisis se verá posteriormente en los Capítulos 5 y 6. En la figura 6, se muestra el diagrama con el módulo del *Modelo de personalidad MPBCD* y los procesos involucrados mencionados con anterioridad.

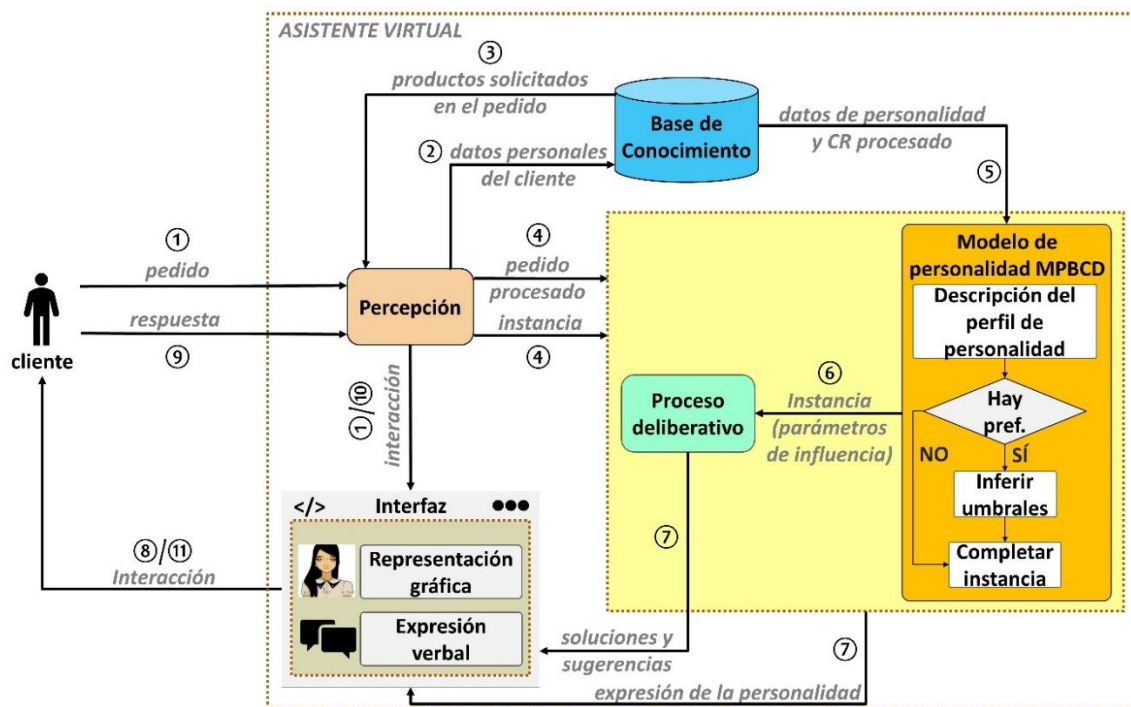


Figura 6. Módulo *Modelo de personalidad MPBCD* y sus procesos interiores.

Módulo del Proceso deliberativo

Este módulo concentra los algoritmos o estrategias de solución con/sin preferencias revisadas en la literatura, las cuales servirán de apoyo para entregar las mejores alternativas de canasta (cartera de proyectos, o bien, canasta de compras), de acuerdo al pedido, a la personalidad y a la preferencia del cliente. Esto se realiza a través de la estrategia de solución NOSGA-II. Además, se encuentra integrada la estrategia de solución NSGA-II, para entregar resultados sin interés preferencial según lo indique el cliente.

Este módulo recibe la instancia dada por el *Modelo de personalidad MPBCD*, en donde, entra en un proceso de elección de estrategia, es decir, revisa si el cliente ha manifestado su preferencia sobre los criterios de los productos. De esta manera, se elige la estrategia de solución adecuada, ya sea, con preferencias (algoritmo NOSGA-II) y sin

preferencias (algoritmo NSGA-II). Esta estrategia devuelve un conjunto de soluciones construidas en base a la información registrada en la instancia de parámetros de influencia y de compra.

Además de incluir las dos estrategias principales de solución de la literatura, se han propuesto dos estrategias, estas son: *Justificar solución por fallos* y *Sugerir elementos*. El proceso o estrategia *Justificar solución por fallos*, tiene como propósito elegir del conjunto de soluciones dadas por la estrategia de solución (NOSGA-II o NSGA-II) a aquellas soluciones que cumplan con una serie de reglas basadas en la comparación entre las canastas entregadas como solución y la canasta que representa la lista de compras inicial o pedido. Los resultados de cada comparación entre el conjunto de soluciones y el pedido, son registrados como un fallo en aquellas canastas con productos más alejados o diferentes a los solicitados en la lista de compras inicial. Este proceso se describirá más a fondo en la Sección 4.3.

El proceso *Justificar solución*, fue implementado apegado al concepto *Reconsideración*, que es parte importante de la teoría de agentes dentro de las arquitecturas deliberativas. Otro elemento que influyó en el desarrollo de este proceso, fueron algunos ejemplos de diagramas de la argumentación de soluciones (Macías-Escobar, 2016). Estos diagramas sirvieron sólo como una guía de inspiración para la construcción de una justificación de decisiones, más no se siguen los modelos o teorías de la argumentación.

La estrategia o proceso *Sugerir elementos*, toma en consideración a todos aquellos productos del conjunto de canastas de solución que puedan ser adquiridos o comprados a través del cumplimiento de ciertas reglas, las cuales, se basan en la no superación del presupuesto y principalmente si el cliente tiene una tolerancia amigable, es decir, por encima de 0.4 en una escala del 0 a 1. La sugerencia será evaluada por el cliente y decidirá si la incluye en conjunto con los demás productos de la mejor canasta de su elección. Este proceso será descrito más a detalle en la Sección 4.4.

Una vez finalizados los procesos dentro del proceso de deliberación del agente, los resultados o soluciones son enviados al cliente para su evaluación a través de la interfaz de interacción gráfica. En la figura 7, se muestra el módulo del *Proceso deliberativo* y las estrategias mencionadas anteriormente en esta Sección.

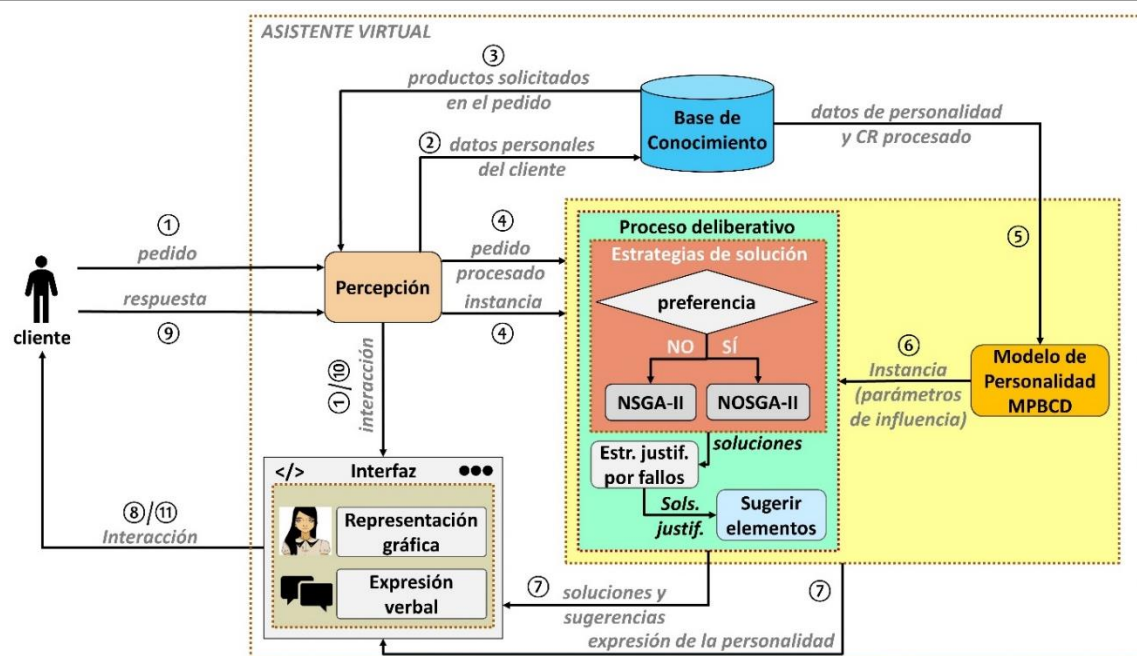


Figura 7. Módulo Proceso deliberativo y sus estrategias de solución.

Módulo Interfaz

Por medio de la *Interfaz*, el cliente podrá interactuar con el asistente, seleccionando y evaluando las soluciones de canastas más adecuadas y cercanas a su solicitud de pedido inicial. Dentro del módulo de *Interfaz*, además de representar gráficamente al asistente, también es posible visualizar diálogos para asegurar que la interacción pueda guiar al cliente en todo momento durante el proceso de compra. Se pretende añadir conversaciones o diálogos más complejos y modificación de la expresión facial por la influencia de la personalidad en otras investigaciones a futuro.

Resumen de Sección

La arquitectura desarrollada para el proyecto de esta investigación, muestra un conjunto de procedimientos que buscan resolver el problema de carteras, entregando la mejor selección de pedidos o canastas (carteras de proyectos) que prioriza la selección de productos de la tienda en función de la influencia de la personalidad del DM o cliente sobre sus preferencias. Todos estos procedimientos se representan a través de un asistente virtual que emula e interactúa con el cliente, guiándolo durante todo el proceso de compra.

Esta arquitectura se clasifica como deliberativa, debido a su nivel de procesamiento o grado de inteligencia (Wooldridge, 2002), además de representar estructuras simbólicas del mundo real (Iglesias-Fernández, 1998), como en este caso, una compra en línea. Esta

arquitectura representa un agente social e intencional (Wooldridge, 2002), porque implica el razonamiento sobre otros tipos de agentes, que, en este caso, el otro agente que está integrado en el procedimiento, está representado por el cliente. Este tipo de razonamiento social proviene de relacionar el modelo de personalidad MPBCD y el SRPSD.

La principal contribución de esta investigación radica en el modelo propuesto de personalidad MPBCD. En la Sección siguiente, se explicará la forma en que se analizaron los modelos de la literatura MBTI, KTS y OCEAN, y su integración en el MPBCD, con el fin de obtener una descripción más detallada de la personalidad con un enfoque determinado en un contexto de decisión. Esta descripción proporcionará la información necesaria de la personalidad e influirá en los umbrales de preferencia utilizados en el SRPSD, obteniendo de esta manera una selección de productos asociados al comportamiento y preferencias del individuo.

4.2 Modelo de personalidad propuesto MPBCD

En esta Sección, es presentada la propuesta del MPBCD, el cual se encarga de recopilar la información de los individuos, otorgando un perfil que describe su comportamiento en situaciones de toma de decisiones, además, del cómo realiza la influencia de la personalidad en las preferencias.

Primeramente, se muestra la manera en que los modelos de la literatura fueron integrados en el MPBCD. Después, se aborda la manera en que se estructura la información capturada de la personalidad, y el significado de su representación simbólica (descripción del individuo). Además, se explicita el uso de los valores de la personalidad para generar una intensidad y tolerancia de la persona, y finalmente, cómo intervienen o influyen estos valores o parámetros del comportamiento en la generación de los umbrales de preferencia.

Integración de modelos MBTI-OCEAN, MBTI-KTS

La relación entre los modelos MBTI y OCEAN se basa en los niveles de cada factor o rasgo de personalidad presentados en el modelo OCEAN (ver Tabla 2) y los enfoques de las dicotomías del modelo MBTI (ver Tabla 3). Esta relación fue posible debido a la similitud en las descripciones de cada elemento entre modelos (niveles de cada característica y el enfoque de las dicotomías). Por ejemplo, en el enfoque de "Percepción de la información"

del MBTI, la descripción de la preferencia de la dicotomía "N (iNtuition)", así como su preferencia para actuar, son similares a lo que se describe en el nivel alto correspondiente del factor "Openness" (factor o rasgo de la personalidad de apertura) del modelo OCEAN. El mismo caso sucede en el nivel bajo, asemejándose a la descripción de la dicotomía "S" (factor o rasgo del sentido) dentro del mismo enfoque del modelo MBTI.

A partir del análisis anterior, se obtuvo como resultado la Tabla 7, que muestra lo más relevante de ambos modelos, además de proporcionar información importante para el modelo propuesto MPBCD, ya que el perfil de personalidad ahora reflejará las fortalezas y debilidades del individuo, es decir, la actitud o intensidad y la tolerancia de la personalidad en contextos de decisión.

Tabla 7. Relación entre los principales elementos de los modelos MBTI-OCEAN.

MBTI (dicotomía)	OCEAN Nivel alto	Descripción similar (Nivel alto)	MBTI (dicotomía)	OCEAN Nivel bajo	Descripción similar (Nivel bajo)
E	E	Activo, enérgico.	I	E	Pasivo, reservado.
N	O	Imaginativo, teórico.	S	O	Realista, convencional.
F	A	Empático, comprensivo.	T	A	Razonable, crítico.
J	C	Organizado.	P	C	Desorganizado.

Debido a que KTS se basa en MBTI, la relación entre ellos no provocó un análisis importante. Esta relación fue posible a través de la "Etiqueta" de MBTI y la "Variante de rol" en KTS, donde se concentra el perfil o la etiqueta dada por MBTI. Esto se puede verificar en los campos correspondientes de las Tablas 4 y 5.

Interpretación y descripción de la personalidad bajo un contexto de decisión

Los análisis realizados anteriormente llevaron a unificar tres modelos de la personalidad para proporcionar elementos suficientes para describir a un individuo en un contexto de decisión. Para apoyar lo anterior, se han retomado los enfoques de las dicotomías proporcionadas por MBTI: decisiones y estilo de vida (ver Tabla 3). Estos elementos revelan una toma de decisiones a través del razonamiento o el sentimiento, el juicio o la percepción. Bajo estos enfoques, hay 4 dicotomías: T, F, J y P, que fueron analizadas entre los modelos MBTI y KTS para encontrar similitudes entre sus descripciones. Estas similitudes se interpretaron en cuatro clasificaciones, que se refieren a los individuos como: Estricto, Optimista/Relajado, Colaborativo e Indagador. La interpretación de estas clasificaciones se pensó dentro de un contexto de decisión, donde un individuo más estricto podría rechazar o aceptar una solución

alternativa (para el caso de estudio de este documento, una canasta de súper mercado) de una manera diferente a un individuo más relajado, el cual puede tener menos probabilidades de rechazar una solución con respecto a individuo de comportamiento estricto. El resultado de este análisis se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de los perfiles de personalidad en un contexto de decisión.

Perfil de decisión	Terminación	Etiqueta (MBTI-KTS)	Descripción general (MBTI-KTS)
Estricto	TJ	INTJ	Perfeccionista. Hace las cosas a su manera.
		ENTJ	Fuerte y decisivo. Asume el liderazgo fácilmente.
		ISTJ	Tranquilo, práctico y lógico.
		ESTJ	Práctico y de hechos. Implementa planes.
Optimista/ Relajado	FP	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.
Colaborativo	FJ	ENFJ	Energético, empático. Ayuda al prójimo.
		INFJ	Se impulsa por sus principios para ayudar.
		ESFJ	Sensible y cooperativo. Ayuda a los demás.
		ISFJ	Considerado y leal a lo tradicional.
Indagador	TP	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	Energético buscador de emociones.

Tomando como ejemplo un individuo estricto con perfil ENTJ, la descripción que lo representa se muestra como un resumen en la Tabla 9, que se construye mediante los elementos de las Tablas 5, 7 y 8.

Tabla 9. Descripción representativa de un perfil estricto.

Perfil de decisión Estricto		
Descripción general del perfil ENTJ	Descripción resultante de un perfil ENTJ basado en KTS-MBTI-OCEAN	
Fuerte y decisivo. Asume el liderazgo fácilmente.	MBTI-OCEAN	KTS
	Energético.	Expresivo, mariscal, movilizador.
	Imaginativo.	Abstracto, introspectivo.
	Crítico.	Racional, estratégico.
	Organizado.	Directivo, coordinador, organizador.
	Emocionalmente estable	-----

Con esta interpretación de la personalidad, se pretende influir en procesos, valores y variables, como en los parámetros de preferencia del SRPSD.

Cálculo de la actitud o intensidad del perfil de personalidad

Además de la descripción del perfil de personalidad, se propone la posibilidad de saber qué tanta actitud o qué tan intenso es un individuo con respecto a su perfil de personalidad. Esta medida depende de los valores obtenidos por el cuestionario IPIP-NEO. La intensidad apunta a fortalecer o debilitar cada uno de los enfoques del perfil de la personalidad (vistos en la Tabla 3), revelando qué tan Estricto, Optimista/Relajado, Colaborativo o Indagador puede llegar a ser el individuo. El valor de la intensidad (Γ) será el porcentaje equivalente de dicha actitud. La manera de obtener este porcentaje es sumar cada uno de los 5 rasgos de OCEAN, los cuales, puede tomar un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 5. Una vez que se realiza la suma de los niveles de los rasgos de OCEAN, es convertida a porcentaje dividiendo entre el total de los rasgos en OCEAN (5 rasgos). El valor resultante, será el porcentaje equivalente a la actitud o comportamiento del individuo en situaciones de decisión. La fórmula del cálculo de la intensidad de la personalidad, se describe en la ecuación 4.1.

$$\Gamma = \frac{\sum_{k=1}^5 L_k}{5} \quad (4.1)$$

Donde Γ es la intensidad del perfil de personalidad, k indica el factor actual que va de 1 hasta 5, L es el vector de niveles OCEAN y L_k es el valor de cada nivel en L que indica el factor k .

La Tabla 10, muestra la estructura del perfil de personalidad, junto con los niveles de OCEAN. Esto a través de un ejemplo. Para el caso del vector del perfil de personalidad (vector VB), 1 indica la presencia de la dicotomía y 0 para la ausencia de la misma. En el caso de los niveles OCEAN (vector L), almacena los valores (entre 0 y 1) de cada uno de los 5 factores en su posición correspondiente. La relación entre cada vector se realiza de acuerdo con el análisis que se muestra en la Tabla 7, y ambos vectores representan la descripción del individuo (vista en la Tabla 9). El ejemplo muestra un perfil Estricto (ENTJ) con una intensidad del 60%, es decir, un individuo no muy estricto, que podría interpretarse como una persona que no siempre aceptará un resultado o una solución tan ligeramente como en el caso de una persona estricta con menos intensidad, o una persona relajada.

Tabla 10. Estructura y ejemplo de registro de un perfil Estricto con intensidad del 60%.

		MBTI-KTS							
		E	I	S	N	F	T	J	P
Vector binario (VB)		1	0	0	1	0	1	1	0

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	Γ
	O	C	E	A	N	
Vector de niveles OCEAN (L)	0.8	0.7	0.9	0.4	0.2	=60%

Con el valor de Γ , es posible calcular la flexibilidad o la tolerancia del individuo. La intensidad y la tolerancia representan parámetros del comportamiento que reflejan la actitud de un DM en un contexto de decisión. Estos parámetros serán utilizados en el modelo de impacto preferencial del MPBCD para inferir los umbrales de preferencia requeridos en el SRPSD.

Cálculo de la tolerancia del perfil de personalidad

Este valor representa una medida de tolerancia (φ) que indica la flexibilidad que tiene un individuo para seleccionar una alternativa que difiera de sus preferencias. Con esta medida, se pretende resaltar cuánta indiferencia o preferencia entre las soluciones permite un individuo. La Tabla 11, muestra los perfiles de decisión ordenados de menor a mayor tolerancia. La proporción de separación (r) entre los 8 temperamentos se asignó equitativamente, tomando como referencia una escala entre 0 y 1 como el valor mínimo y máximo, respectivamente, donde, $r = 0.125$. El orden y la asignación de los temperamentos se realizó de acuerdo con la descripción de cada uno de ellos en KTS. En resumen, esta escala revela que cuanto menor sea el valor de la proporción asignada, menos tolerante será el individuo.

Tabla 11. Rangos de proporción entre perfiles y temperamentos.

Perfil de decisión	Temperamento KTS	Proporción
Estricto (TJ)	Racional (NT)	0
	Guardián (SJ)	0.125
Indagador (TP)	Racional (NT)	0.25
	Artesano (SP)	0.375
Colaborativo (FJ)	Guardián (SJ)	0.5
	Idealista (NF)	0.625
Optimista/relajado (FP)	Idealista (NF)	0.75
	Artesano (SP)	0.875

Las reglas para el cálculo de φ en cada uno de los perfiles de decisión, se realiza utilizando los rangos de la Tabla 11, el vector binario (denotado como VB) para verificar la presencia de la dicotomía, la proporción de separación (definida como r) y la intensidad del

perfil de personalidad (denotado como Γ). En las ecuaciones 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5, se definen las reglas de los perfiles de decisión Estricto, Indagador, Colaborativo y Optimista/Relajado.

$$Estricto (TJ) = \varphi = \left\{ \begin{array}{l} 0 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(T = 1 \wedge J = 1) \wedge (N = 1 \wedge T = 1)}{\text{(Estricto)} \quad \text{(Racional)}} \\ 0.125 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(T = 1 \wedge J = 1) \wedge (S = 1 \wedge J = 1)}{\text{(Estricto)} \quad \text{(Guardián)}} \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

$$Indagador (TP) = \varphi = \left\{ \begin{array}{l} 0.25 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(T = 1 \wedge P = 1) \wedge (N = 1 \wedge T = 1)}{\text{(Indagador)} \quad \text{(Racional)}} \\ 0.375 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(T = 1 \wedge P = 1) \wedge (S = 1 \wedge P = 1)}{\text{(Indagador)} \quad \text{(Artesano)}} \end{array} \right\} \quad (4.3)$$

$$Colabor. (FJ) = \varphi = \left\{ \begin{array}{l} 0.5 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(F = 1 \wedge J = 1) \wedge (S = 1 \wedge J = 1)}{\text{(Colaborativo)} \quad \text{(Guardián)}} \\ 0.625 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(F = 1 \wedge J = 1) \wedge (N = 1 \wedge F = 1)}{\text{(Colaborativo)} \quad \text{(Idealista)}} \end{array} \right\} \quad (4.4)$$

$$Optimist (FP) = \varphi = \left\{ \begin{array}{l} 0.75 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(F = 1 \wedge P = 1) \wedge (N = 1 \wedge F = 1)}{\text{(Optimista)} \quad \text{(Idealista)}} \\ 0.875 + (r \cdot \Gamma) \text{ si } \frac{(F = 1 \wedge P = 1) \wedge (S = 1 \wedge P = 1)}{\text{(Optimista)} \quad \text{(Artesano)}} \end{array} \right\} \quad (4.5)$$

Una vez que se calcula la intensidad y la tolerancia de un perfil de personalidad, es posible influir en los parámetros de preferencia, a fin de seleccionar los elementos que conforman un orden más cercano a la preferencia y personalidad del individuo.

Modelo de impacto preferencial: inferencia de parámetros de preferencias

La inferencia de estos umbrales se realizó a través de un CR dado por el cliente. Esta información se recopiló a través de un cuestionario de elección de productos. Este cuestionario es una propuesta de esta investigación, y fue diseñado para recopilar las preferencias de los individuos basado en un contexto de decisión, el cual, dicho contexto es el caso de aplicación de un súper mercado (abordado en el Capítulo 5). En este cuestionario, el cliente selecciona paquetes de productos o canastas que se ajustan a sus preferencias (este cuestionario puede verse en el Anexo D). Este CR proporciona información suficiente para inferir estos umbrales. Este conjunto de referencia o CR, puede verse representado como el conjunto R en la ecuación 4.6, en donde, los paquetes o canastas dentro de este conjunto van desde R_1 hasta R_m , y están compuestos por n elementos o productos x , caracterizados por los beneficios de b hasta C_r atributos o criterios. Este tipo de cuestionario de recopilación de

preferencias se puede adaptar y aplicar a cualquier otro tipo de contexto. En la Tabla 12, este conjunto se observa gráficamente.

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_m\} \tag{4.6}$$

Tabla 12. Conjunto de referencia (o CR) representado a través de R .

R_1 (Canasta 1)	Productos	Criterio (C_r)			
	$x_{R_1 1}, x_{R_1 2}, \dots, x_{R_1 n}$	$b_{R_1 1}$	$b_{R_1 2}$	...	$b_{R_1 C_r}$
	Caracterización de los productos	Criterio (C_r)			
	$x_{R_1 1}$	$b_{R_1 1 x_{R_1 1}}$	$b_{R_1 2 x_{R_1 1}}$	...	$b_{R_1 C_r x_{R_1 1}}$
	$x_{R_1 2}$	$b_{R_1 1 x_{R_1 2}}$	$b_{R_1 2 x_{R_1 2}}$	...	$b_{R_1 C_r x_{R_1 2}}$

	$x_{R_1 n}$	$b_{R_1 1 x_{R_1 n}}$	$b_{R_1 2 x_{R_1 n}}$	...	$b_{R_1 C_r x_{R_1 n}}$
...	
R_m (Canasta m)	Productos	Criterio (C_r)			
	$x_{R_m 1}, x_{R_m 2}, \dots, x_{R_m n}$	$b_{R_m 1}$	$b_{R_m 2}$	...	$b_{R_m C_r}$
	Caracterización de los productos	Criterio (C_r)			
	$x_{R_m 1}$	$b_{R_m 1 x_{R_m 1}}$	$b_{R_m 2 x_{R_m 1}}$	...	$b_{R_m C_r x_{R_m 1}}$
	$x_{R_m 2}$	$b_{R_m 1 x_{R_m 2}}$	$b_{R_m 2 x_{R_m 2}}$	...	$b_{R_m C_r x_{R_m 2}}$

	$x_{R_m n}$	$b_{R_m 1 x_{R_m n}}$	$b_{R_m 2 x_{R_m n}}$	...	$b_{R_m C_r x_{R_m n}}$

Los primeros parámetros que serán calculados, corresponden a los umbrales de preferencia conocidos como indiferencia (q), preferencia (u) y veto (v), utilizados en el método ELECTRE-III (vistos en el Capítulo 3). Para el cálculo de q , lo primero que se debe obtener es el promedio de las diferencias entre los beneficios b del mismo tipo de canasta hasta los criterios C_r . En la Tabla 13, se realiza dicho cálculo.

Tabla 13. Cálculo del promedio de la separación entre beneficios por canasta.

R	b	Formulación \bar{x}
R₁	$b_{R_1 1}$	$\bar{x}_{R_1 b_{R_1 1}} = \left( \frac{|b_{R_1 1 x_{R_1 1}} - b_{R_1 1 x_{R_1 2}}| + |b_{R_1 1 x_{R_1 2}} - b_{R_1 1 x_{R_1 (n-1)}}| + |b_{R_1 1 x_{R_1 (n-1)}} - b_{R_1 1 x_{R_1 n}}|}{R_1 - 1} \right)$
	$b_{R_1 2}$	$\bar{x}_{R_1 b_{R_1 2}} = \left( \frac{|b_{R_1 2 x_{R_1 1}} - b_{R_1 2 x_{R_1 2}}| + |b_{R_1 2 x_{R_1 2}} - b_{R_1 2 x_{R_1 (n-1)}}| + |b_{R_1 2 x_{R_1 (n-1)}} - b_{R_1 2 x_{R_1 n}}|}{R_1 - 1} \right)$

	$b_{R_1 C_r}$	$\bar{x}_{R_1 b_{R_1 C_r}} = \left( \frac{|b_{R_1 C_r x_{R_1 1}} - b_{R_1 C_r x_{R_1 2}}| + |b_{R_1 C_r x_{R_1 2}} - b_{R_1 C_r x_{R_1 (n-1)}}| + |b_{R_1 C_r x_{R_1 (n-1)}} - b_{R_1 C_r x_{R_1 n}}|}{R_1 - 1} \right)$
...
R_m	$b_{R_m 1}$	$\bar{x}_{R_m b_{R_m 1}} = \left( \frac{|b_{R_m 1 x_{R_m 1}} - b_{R_m 1 x_{R_m 2}}| + |b_{R_m 1 x_{R_m 2}} - b_{R_m 1 x_{R_m (n-1)}}| + |b_{R_m 1 x_{R_m (n-1)}} - b_{R_m 1 x_{R_m n}}|}{R_m - 1} \right)$
	$b_{R_m 2}$	$\bar{x}_{R_m b_{R_m 2}} = \left( \frac{|b_{R_m 2 x_{R_m 1}} - b_{R_m 2 x_{R_m 2}}| + |b_{R_m 2 x_{R_m 2}} - b_{R_m 2 x_{R_m (n-1)}}| + |b_{R_m 2 x_{R_m (n-1)}} - b_{R_m 2 x_{R_m n}}|}{R_m - 1} \right)$

	$b_{R_m C_r}$	$\bar{x}_{R_m b_{R_m C_r}} = \left( \frac{|b_{R_m C_r x_{R_m 1}} - b_{R_m C_r x_{R_m 2}}| + |b_{R_m C_r x_{R_m 2}} - b_{R_m C_r x_{R_m (n-1)}}| + |b_{R_m C_r x_{R_m (n-1)}} - b_{R_m C_r x_{R_m n}}|}{R_m - 1} \right)$

En caso de que R_j contenga un solo elemento, el valor de dicho beneficio o criterio simplemente será tomado de manera íntegra, para que posteriormente sea acumulado con los demás promedios de diferencias del resto de carteras o canastas del conjunto R .

Una vez que se calcula el promedio de las diferencias para cada uno de los beneficios de cada canasta, se calcula el promedio general de las diferencias, tomando los promedios obtenidos de cada canasta, dividiéndolos entre el total de canastas. La Tabla 14, muestra la formalización de la operación mencionada con anterioridad.

Tabla 14. Cálculo del prom. gen. de separación entre beneficios de todas las canastas.

Beneficio	Formulación \bar{x}'
b_1	$\bar{x}'_{b_1} = \frac{\bar{x}_{R_1 b_{R_1 1}} + \bar{x}_{R_2 b_{R_2 1}} + \dots + \bar{x}_{R_m b_{R_m 1}}}{R}$
b_2	$\bar{x}'_{b_2} = \frac{\bar{x}_{R_1 b_{R_1 2}} + \bar{x}_{R_2 b_{R_2 2}} + \dots + \bar{x}_{R_m b_{R_m 2}}}{R}$
...	...
b_{C_r}	$\bar{x}'_{b_{C_r}} = \frac{\bar{x}_{R_1 b_{R_1 C_r}} + \bar{x}_{R_2 b_{R_2 C_r}} + \dots + \bar{x}_{R_m b_{R_m C_r}}}{R}$

Finalmente, el resultado obtenido en cada beneficio estará influenciado por la tolerancia del perfil de personalidad, tomando la proporción correspondiente de la separación

total o indiferencia que el individuo tolera entre alternativas para considerarlos igualmente beneficiosos o insignificantes. La Tabla 15, muestra de manera formal el cálculo del umbral q siendo influenciado por la tolerancia de la personalidad.

Tabla 15. Cálculo del umbral de indiferencia (umbral q).

Umbral	Formulación q
q_{b_1}	$\bar{x}'_{b_1} \cdot \varphi$
q_{b_2}	$\bar{x}'_{b_2} \cdot \varphi$
...	...
$q_{b_{C_r}}$	$\bar{x}'_{b_{C_r}} \cdot \varphi$

El cálculo del umbral v consiste, en primer lugar, en sumar el valor total de cada beneficio en cada canasta. En la tabla 16, se observa de manera formal dicha operación.

Tabla 16. Suma de los beneficios por canasta.

R	b	Formulación $\sum x$
R_1	b_{R_11}	$\sum x_{R_1 b_{R_11}} = b_{R_11x_{R_11}} + b_{R_11x_{R_12}} + b_{R_11x_{R_1(n-1)}} + b_{R_11x_{R_1n}}$
	b_{R_12}	$\sum x_{R_1 b_{R_12}} = b_{R_12x_{R_11}} + b_{R_12x_{R_12}} + b_{R_12x_{R_1(n-1)}} + b_{R_12x_{R_1n}}$

	$b_{R_1C_r}$	$\sum x_{R_1 b_{R_1C_r}} = b_{R_1C_r x_{R_11}} + b_{R_1C_r x_{R_12}} + b_{R_1C_r x_{R_1(n-1)}} + b_{R_1C_r x_{R_1n}}$
...
R_m	b_{R_m1}	$\sum x_{R_m b_{R_m1}} = b_{R_m1x_{R_m1}} + b_{R_m1x_{R_m2}} + b_{R_m1x_{R_m(n-1)}} + b_{R_m1x_{R_mn}}$
	b_{R_m2}	$\sum x_{R_m b_{R_m2}} = b_{R_m2x_{R_m1}} + b_{R_m2x_{R_m2}} + b_{R_m2x_{R_m(n-1)}} + b_{R_m2x_{R_mn}}$

	$b_{R_mC_r}$	$\sum x_{R_m b_{R_mC_r}} = b_{R_mC_r x_{R_m1}} + b_{R_mC_r x_{R_m2}} + b_{R_mC_r x_{R_m(n-1)}} + b_{R_mC_r x_{R_mn}}$

Después de sumar los beneficios por cartera, ahora se promedian de manera general. La Tabla 17, muestra las operaciones de cálculo.

Tabla 17. Promedio general del valor total de cada beneficio.

Beneficio	Formulación \bar{x}
b_1	$\bar{x}_{b_1} = \frac{\sum x_{R_1 b_{R_11}} + \sum x_{R_2 b_{R_21}} + \dots + \sum x_{R_m b_{R_m1}}}{R}$
b_2	$\bar{x}_{b_2} = \frac{\sum x_{R_1 b_{R_12}} + \sum x_{R_2 b_{R_22}} + \dots + \sum x_{R_m b_{R_m2}}}{R}$
...	...
b_{C_r}	$\bar{x}_{b_{C_r}} = \frac{\sum x_{R_1 b_{R_1C_r}} + \sum x_{R_2 b_{R_2C_r}} + \dots + \sum x_{R_m b_{R_mC_r}}}{R}$

Finalmente, el resultado obtenido en cada beneficio o atributo, de la misma manera, será influenciado por la tolerancia de la personalidad, tomando la proporción correspondiente del límite total o veto que el individuo tolera entre alternativas para descartarlas. La Tabla

18, muestra las operaciones descritas anteriormente para el cálculo del umbral v influenciado por la tolerancia de la personalidad.

Tabla 18. Cálculo del umbral de veto (v).

Umbral	Formulación v
v_{b_1}	$\bar{x}_{b_1} \cdot \varphi$
v_{b_2}	$\bar{x}_{b_2} \cdot \varphi$
...	...
$v_{b_{C_r}}$	$\bar{x}_{b_{C_r}} \cdot \varphi$

En la Tabla 19, se muestra el cálculo del umbral u , tomando sólo el valor intermedio entre la indiferencia (q) y el veto (v) tolerado por el cliente.

Tabla 19. Cálculo del umbral de preveto (u).

Beneficio	Formulación u
u_{b_1}	$\left(\frac{q_{b_1} + v_{b_1}}{2}\right)$
u_{b_2}	$\left(\frac{q_{b_2} + v_{b_2}}{2}\right)$
...	...
$u_{b_{C_r}}$	$\left(\frac{q_{b_{C_r}} + v_{b_{C_r}}}{2}\right)$

Otros parámetros de preferencias son: λ , β y ε . Estos parámetros se utilizan para determinar las relaciones de preferencia dentro del SRPSD. El parámetro λ está asociado con la credibilidad aceptable de un resultado entre comparaciones. Cuanto más valor tenga, más credibilidad o demanda habrá en los resultados de una comparación. Su valor común se encuentra como $\lambda > 0.5$. El parámetro β se usa para hacer una distinción de preferencia entre comparaciones de alternativas. El parámetro ε establece cierta indiferencia o asimetría en la comparación de alternativas. Estos parámetros se rigen por la siguiente regla: $0 \leq \varepsilon \leq \beta \leq \lambda$ y $\lambda \geq 0.5$. La Tabla 20, muestra una serie de rangos propuestos en esta investigación de tesis, asociados con los perfiles de decisión (Estricto, Optimista/Relajado, Colaborativo e Indagador), donde, el rango de valores recomendado para λ se ha asignado por igual a cada perfil para evitar traslapes entre las personalidades. La proporción de separación (denotada como e') entre un perfil y otro es 0.125, y esta proporción se utilizará para calcular λ del perfil correspondiente de acuerdo con la escala de rangos e . Los rangos e , se asignaron a partir de la personalidad considerada como la menos exigente (Optimista/Relajada), hasta la personalidad más exigente (Estricta). Para el caso de β , los rangos se han asignado de la misma manera, donde el rango más bajo indica menos preferencia y el más alto mayor

preferencia. El rango de posibles valores propuestos que β puede tomar varía de $0 \leq 0.2$, ya que se informa que este rango es el más recomendado en la literatura. Estos rangos son definidos como h . La proporción de separación (denotada como h') entre un perfil y otro es de 0.05, y este fue dado equitativamente por las mismas razones explicadas anteriormente.

Tabla 20. Rangos de proporción entre perfiles de decisión.

Perfil de decisión	Rango e	Perfil de decisión	Rango h
Optimista	0.5	Optimista	0
Colaborativo	0.625	Colaborativo	0.05
Indagador	0.75	Indagador	0.1
Estricto	0.875	Estricto	0.15

La Tabla 21, muestra el cálculo de los umbrales λ , β y ε , obteniendo con estos resultados el valor de credibilidad, preferencia o indiferencia del cliente al expresar sus preferencias dentro de un contexto o entorno de decisión.

Tabla 21. Cálculo de los umbrales λ , β y ε .

Umbral	Formulación
Credibilidad (λ)	$(e' \cdot \Gamma) + e$
Asimetría (β)	$(h' \cdot \Gamma) + h$
Simetría (ε)	$\frac{\beta}{2}$

Con este modelado de parámetros de influencia (inferencia de los umbrales de preferencia para el SRPSD), será posible influenciar con la personalidad las preferencias de un DM. Los resultados del impacto de dicha influencia, serán analizados en Capítulo 6, en donde, se especifica el cumplimiento de las hipótesis o teorías sobre la influencia de la personalidad sobre las preferencias en la selección de los elementos que conforman un orden, así como el análisis de su comportamiento de acuerdo a los niveles de tolerancia de la personalidad.

4.3 Estrategia de solución propuesta para la justificación de la elección de canastas

Esta es una de las estrategias incluidas dentro del proceso deliberativo. Se encarga de evaluar el conjunto de canastas solución obtenidas de la arquitectura del AVI. Esta estrategia compara

cada uno de los criterios o atributos de las canastas del conjunto de alternativas de solución A , con respecto a una lista de compras Y . El conjunto de soluciones A , se observa en la ecuación 4.7, y la lista de compras Y , se muestra en la Tabla 22.

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \tag{4.7}$$

Las diferencias entre los atributos de los productos de A_i con respecto a los atributos de Y , serán reconocidas como un fallo (F_{b_A}), los cuales serán acumulados para reflejar el alejamiento o desempeño de la canasta A_i en comparación con la lista de compras Y . Las canastas con menos fallos, serán las de mayor preferencia dentro del conjunto de alternativas de solución A . En la Tabla 22, se muestra el modelado de la lista de compras Y , y en la Tabla 23, se muestra el conjunto de alternativas de solución A .

Tabla 22. Canasta representativa de la petición o pedido.

Y (Petición de canasta)	Productos	Criterio (C_r)			
	$x_{Y1}, x_{Y2}, \dots, x_{Yn}$	b_{Y1}	b_{P_t2}	...	$b_{P_tC_r}$
	Caracterización de los productos				
	Criterio (C_r)				
	x_{Y1}	$b_{Y1x_{Y1}}$	$b_{Y2x_{Y1}}$	...	$b_{YCr_{x_{Y1}}}$
	x_{Y2}	$b_{Y1x_{Y2}}$	$b_{Y2x_{Y2}}$	...	$b_{YCr_{x_{Y2}}}$

	x_{Yn}	$b_{Y1x_{Yn}}$	$b_{Y2x_{Yn}}$	...	$b_{YCr_{x_{Yn}}}$

Tabla 23. Conjunto representativo de canastas de solución.

A_1 (Alternativa de solución de canasta 1)	Productos	Criterio (C_r)			
	$x_{A_11}, x_{A_12}, \dots, x_{A_1n}$	b_{A_11}	b_{A_12}	...	$b_{A_1C_r}$
	Caracterización de los productos	Criterio (C_r)			
	x_{A_11}	$b_{A_11x_{A_11}}$	$b_{A_12x_{A_11}}$	...	$b_{A_1C_r x_{A_11}}$
	x_{A_12}	$b_{A_11x_{A_12}}$	$b_{A_12x_{A_12}}$	...	$b_{A_1C_r x_{A_12}}$

	x_{A_1n}	$b_{A_11x_{A_1n}}$	$b_{A_12x_{A_1n}}$	...	$b_{A_1C_r x_{A_1n}}$
...	
A_m (Alternativa de solución de canasta m)	Productos	Criterio (C_r)			
	$x_{A_m1}, x_{A_m2}, \dots, x_{A_mn}$	b_{A_m1}	b_{A_m2}	...	$b_{A_mC_r}$
	Caracterización de los productos	Criterio (C_r)			
	x_{A_m1}	$b_{A_m1x_{A_m1}}$	$b_{A_m2x_{A_m1}}$	...	$b_{A_mC_r x_{A_m1}}$
	x_{A_m2}	$b_{A_m1x_{A_m2}}$	$b_{A_m2x_{A_m2}}$	...	$b_{A_mC_r x_{A_m2}}$

	x_{A_mn}	$b_{A_m1x_{A_mn}}$	$b_{A_m2x_{A_mn}}$	...	$b_{A_mC_r x_{A_mn}}$

Las reglas establecidas para contabilizar los fallos o diferencias entre canastas, son mostradas en la ecuación 4.8, en donde, primero debe verificarse si el producto x_k de la canasta A_i es del mismo tipo que el producto x_j de la lista de compras Y . Si esta regla o condición se satisface, se procede a verificar la siguiente regla de no superación de tolerancia. En esta regla, se obtiene la diferencia absoluta entre el valor del atributo b_l del producto x_k de la canasta A_i y el valor del atributo b_l del producto x_j de la lista de compras Y . La diferencia absoluta resultante, debe compararse con el porcentaje de alejamiento tolerado por el cliente con respecto al valor del atributo b_l del producto x_j de la lista Y , es decir, si el valor de la diferencia entre atributos supera el valor tolerado de alejamiento con respecto al atributo del producto en revisión de la lista de compras, será considerado como un fallo, por lo tanto, será contabilizado en $F_{b_{A_i}}$ a través de t .

$$\sum_{t=1}^1 (F_{b_{A_i}} + t), \text{ si } (x_{A_ik} = x_{Yj}) \wedge \left| b_{A_ik} - b_{Yl_{x_{Yj}}} \right| > (b_{Yl_{x_{Yj}}} \cdot \varphi) \quad (4.8)$$

Por medio de $F_{b_{A_i}}$, es posible conocer el número de fallos de cada canasta dentro del conjunto A . Posteriormente, este conjunto es ordenado de manera ascendente, desde la

canasta con menor número de fallos hasta la canasta con mayor número de fallos. La canasta con menor número de fallos en el conjunto A , representa la mejor alternativa de solución, y esta puede denotarse de acuerdo a la ecuación 4.9.

$$\min \sum F_{b_A} \in A \quad (4.9)$$

4.4 Estrategia de solución propuesta para la sugerencia de productos

Esta estrategia trata de sugerir productos distintos a los encontrados en la canasta considerada como aquella que tiene más cercanía con la canasta petición o lista de compras, es decir, aquella canasta con menos fallos (visto en la estrategia de la Sección anterior). Esta canasta se encuentra en la primera posición del conjunto A , debido a que dicho conjunto es ordenado de manera ascendente, desde la canasta con menos lejanía (fallos) registrada, hasta la más lejana a la lista de compras Y .

En esta estrategia, se revisan los productos del conjunto de canastas alternativas x_A que no se encuentre en la mejor canasta x_{A_1} . Este conjunto puede verse de acuerdo a la ecuación 4.10.

$$x_A = \{x_{A_2}, x_{A_3}, \dots, x_{A_m}\}, \text{ en donde, } x_A \notin x_{A_1}. \quad (4.10)$$

Además de localizar productos distintos a los de la canasta x_{A_1} , es necesario verificar un conjunto de reglas, en las cuales, interviene el presupuesto de compra del cliente (denotado como B), el costo total de la canasta x_{A_1} (denotado como $c_{A_1x_{A_1}}$), y el costo de cada producto del conjunto x_A , el cual se aprecia en la ecuación 4.11.

$$c_A = \{c_{A_2x_{A_21}}, c_{A_2x_{A_22}}, \dots, c_{A_2x_{A_2n}}, c_{A_3x_{A_31}}, \dots, c_{A_3x_{A_3n}}, \dots, c_{A_mx_{A_m1}}, \dots, c_{A_mx_{A_mn}}\} \quad (4.11)$$

Además, se utiliza una variable de costo acumulativa (denominada como a), cuya función es acumular el costo de todos los productos candidatos a sugerir, empleándola para verificar que el precio en conjunto se encuentre dentro del rango de compra disponible, es decir, entre la diferencia dada de d , según lo indicado en la ecuación 4.12.

$$d = B - c_{A_1 x_{A_1}} \tag{4.12}$$

Es importante mencionar la intervención de otros elementos relacionados con la personalidad, los cuales determinan si el proceso de revisión de costos o sugerencia de productos se llevará a cabo. Estos elementos son los vectores VB (vector binario de dicotomías) y L (niveles OCEAN), vistos en la Tabla 10. A partir de la información de estos vectores, será posible saber si la personalidad del individuo o cliente es la de alguien flexible, tanto como para aceptar productos diferentes a lo planeado dentro de su compra.

Los productos que cumplan con las condiciones o reglas impuestas, serán añadidos en el conjunto de productos sugeridos (K). En la Tabla 24, se presentan las reglas para cada caso de perfil de decisión, en donde, su cumplimiento añade las sugerencias de nuevos elementos al conjunto K , el cual será mostrado al cliente para su aprobación.

Tabla 24. Suma total de los fallos o alejamiento entre criterios.

Perfil de decisión	Reglas	
Estricto (TJ)	Si $(VB_6 = 1 \wedge VB_7 = 1) \wedge$ Si $(L_1 > 0.6 \wedge L_4 > 0.6 \wedge L_5 < 0.3)$	$x_{A_{(i+1)j}} \in K$ Si $a + c_{A_{(i+1)j} x_{A_{(i+1)j}}} < d$
Indagador (TP)	Si $(VB_6 = 1 \wedge VB_7 = 1) \wedge$ Si $(L_1 > 0.6 \wedge L_4 > 0.6 \wedge L_5 < 0.3)$	
Colaborativo (FJ)	Si $(VB_6 = 1 \wedge VB_7 = 1) \wedge$ Si $(L_1 > 0.6 \wedge L_4 > 0.6 \wedge L_5 < 0.3)$	
Optimista (FP)	Si $(VB_6 = 1 \wedge VB_7 = 1) \wedge$ Si $(L_1 > 0.6 \wedge L_4 > 0.6 \wedge L_5 < 0.3)$	

Donde $x_{A_{(i+1)j}}$ es el producto x_j de la canasta alternativa de solución $A_{(i+1)}$, cuyo costo sumado con el costo acumulado de a , se encuentra dentro del presupuesto disponible indicado por d , por lo que dicho producto puede ser incluido en el conjunto K , y dicho conjunto será presentado como sugerencia de productos o elementos con posibilidad de incluirlo a la mejor de las canastas de la solución.

Esta estrategia finaliza el proceso deliberativo al entregar un conjunto de canastas ordenadas de acuerdo a su proximidad con la lista de compras, además de ofrecer productos no contenidos en la mejor canasta con respecto a la lista de compras. Finalmente, para la experimentación, se implementó un procedimiento para generar las instancias de estudios, por medio de la división de 4 cuadrantes o configuraciones de búsqueda, los cuales son: 1) con personalidad y con preferencias; 2) con personalidad y sin preferencias; 3) sin personalidad y con preferencias; 4) sin personalidad y sin preferencias.

Del conjunto de canastas de alternativa de solución, fueron seleccionadas las 3 mejores canastas de dicho conjunto, tomando de forma preferente las primeras del conjunto, debido a su proximidad con la petición. Esto será visto más a detalle en el Capítulo 5.

Capítulo 5

EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

El objetivo principal de este trabajo, consiste en influenciar con la personalidad las preferencias de un DM. Esta influencia fue posible realizarse por medio del modelo de impacto preferencial del MPBCD, el cual, se encuentra basado en modelos de personalidad de la literatura. El MPBCD, fue integrado en una arquitectura BDI en conjunto con un modelo de preferencias y una base de conocimiento que almacena los valores necesarios para el funcionamiento de los modelos dentro de la arquitectura del AVI. Esta arquitectura refleja la relación de la personalidad y preferencias del decisor con el agente virtual bajo un contexto de decisión.

La experimentación consistió en observar y analizar los resultados obtenidos de la implementación de la arquitectura bajo un caso de estudio. Este análisis busca evaluar la calidad de las soluciones por medio de 2 medidas de desempeño dada por la distancia euclidiana y la estrategia de fallos propuesta en este documento (vista en la sección 4.3). En este capítulo, se muestran los elementos principales del diseño experimental propuesto para validar la arquitectura. Los resultados derivados de los experimentos se presentan en el Capítulo 6.

5.1 Caso de estudio

El caso de aplicación en el que se realiza esta investigación gira en torno a un supermercado en línea, en el cual, se virtualiza al vendedor o asistente de ventas a través de un AVI. El vendedor virtual es quien recibirá el pedido y tratará de guiar al cliente durante la compra. Esto es un caso básico en el que un cliente realiza una solicitud o pedido de productos en línea, además, este caso de estudio, permitirá la definición de una instancia de resultados con el objetivo de validar el funcionamiento de la arquitectura del AVI.

Se seleccionó el caso de estudio previo por que el involucrar la personalidad y preferencias de un individuo en las búsquedas de productos en compras en líneas contribuye

a lidiar con problemas comunes como que se devuelvan productos distintos a los solicitados o que se indique que no existen productos cuando posiblemente hay similares. Para evitar este tipo de inconvenientes, se debe reunir información del cliente, tanto personal como de preferencia con respecto a ciertos productos en venta. Esta información fue obtenida por medio de cuestionarios y almacenada en una base de datos para compras posteriores. En este proceso de compras en línea, el AVI recopila la información necesaria del cliente, (personalidad y preferencia), con el objetivo de emular al cliente durante el proceso de decisión de selección de productos en cada canasta de productos. Este tipo de procedimiento automatizado priorizará la selección de los productos del pedido a través de las preferencias del cliente y de la influencia de su personalidad.

Para experimentar con este caso de estudio del súper mercado, la arquitectura del AVI requiere de la siguiente información específica del contexto para poder validar su funcionamiento: información de los productos a comercializar, información sobre las preferencias y la personalidad del individuo que se espera modelar, y una solicitud de lista de compras de productos a adquirir proporcionada por el individuo.

Para almacenar la información referente a los productos, fue construida una base de datos con 55 productos y 35 variantes de marcas, clasificándolos en bebidas y panificados. Los productos se caracterizan por varios atributos, pero sólo 4 atributos intervienen en el proceso de comparación y selección de productos dentro de la arquitectura del AVI, tales como, precio, contenido y popularidad de la marca. La cantidad requerida por el cliente de cada producto, es otro de los atributos principales considerados para dicho proceso de selección, sin embargo, este atributo se establece en la lista de compras inicial proporcionada por el individuo o cliente durante la interacción con el AVI. La tabla de productos completa (55 productos y 35 marcas) puede ser consultada en el Anexo A.

Una vez construida la base de conocimiento con la información de los productos, se construyó otra base de conocimiento para almacenar las preferencias de cada individuo (cliente o DM) por ciertos productos (el CR), el presupuesto del que dispone para la compra, el valor o grado de importancia que el individuo tiene por cada uno de los atributos del producto, la información sobre su personalidad, además del registro de clientes dados de alta en el sistema. Esta información fue recopilada a través de los cuestionarios de la personalidad KTS e IPIP-NEO. Estos cuestionarios obtienen la información de entrada requerida por la

arquitectura del AVI sobre la personalidad de los individuos. Para cumplir con la tarea de recopilar las preferencias del individuo, del presupuesto y del grado de importancia de los atributos, fue aplicado un cuestionario propuesto de elección y comparación de productos. Estos cuestionarios pueden ser localizados en los Anexos B, C y D. En la Sección 5.4, se presenta la información resultante de los 3 cuestionarios resueltos por un individuo de estudio de tipo Optimista/Relajado.

Los elementos principales de entrada requeridos para el proceso de interacción entre el individuo y el AVI son: el número de registro (o identificador (ID)) del individuo o cliente dentro del sistema, y una lista de compras inicial que contenga los productos que el cliente desea. A través del ID, es posible extraer de las bases de conocimiento el CR del individuo, su presupuesto para la compra, el grado de importancia asignado en los atributos de los productos, así como su información de personalidad.

La lista de compras inicial proporcionada por el individuo, servirá como referencia para localizar productos dentro del CR que sean del mismo tipo que los solicitados en la lista de compras, dejando de esta manera, sólo a aquellas canastas que contengan al menos un producto del mismo tipo que los de la lista de compras. En la Tabla 25, se muestra la lista de compras inicial proporcionada por un individuo de estudio, cuyo número identificador de canasta se representa en cero. Esta lista de compras fue utilizada para todos los experimentos de este documento de investigación de tesis, realizados en el Capítulo 6.

Tabla 25. Lista de compras inicial proporcionada por el individuo de estudio.

Canasta	Producto	Precio	Popularidad	Contenido	Cantidad
0	Agua natural	5.80	4	600	2
0	Café soluble	38.00	3	180	1
0	Pan dulce	9.90	5	62	1

Con la lista de compras inicial definida, y el conocimiento obtenido de los cuestionarios, es posible validar el caso de estudio a través de la arquitectura del AVI. Para realizar esta validación serán sometidos los resultados a la experimentación mediante 2 métricas de desempeño y pruebas no paramétricas, las cuales serán detalladas en el Capítulo 6.

5.2 Modelo de Optimización para el caso de estudio del súper mercado

En esta Sección se presenta el modelo de optimización que describe el problema del súper mercado. Este modelo se basa en la formalización del CPP expuesta en la Sección 2.7. En la ecuación 5.1, se presenta la función objetivo del modelo de optimización, la cual busca la mejor canasta de compras x , cuyos atributos sean los más cercanos con respecto a una lista de compras. En la ecuación 5.2, se muestra la restricción a la que se encuentra sujeto este modelo, en donde, el costo total de los productos de la canasta de compras no debe sobrepasar el presupuesto.

$$\text{Función objetivo: minimizar } z(x) = \{z_1(x), z_2(x), \dots, z_n\} \quad (5.1)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^{j_n} c_{ilm} \cdot x_{ilm} \leq B \quad (5.2)$$

Donde B es el *presupuesto* de compra del cliente, c_{ilm} representa el costo del producto m de tipo il , y x representa la canasta de productos como un vector binario donde si $x_{ilm} = 1$, significa que el producto m de tipo il ha sido seleccionado para formar parte del conjunto de productos final (es decir, la cartera solución), o en caso contrario éste quedará fuera.

A partir de este modelo de optimización para las compras en un súper mercado, se propuso resolverlo utilizando las estrategias de solución NSGA-II y NOSGA-II (descritos en Sección 3.2 y 3.3, respectivamente) por medio de la experimentación. Los detalles de implementación del experimento se exponen en la Sección 5.3.

5.3 Configuración de metaheurísticas de solución

En esta Sección, se describen los parámetros de configuración utilizados en la generación de los resultados obtenidos de la experimentación de la arquitectura del AVI. Esta arquitectura se compone principalmente de 2 módulos responsables de la generación de resultados. Estos módulos son: Proceso Deliberativo y Modelo de Personalidad MPBCD.

El módulo del Modelo de Personalidad MPBCD, utiliza un modelo de impacto preferencial, encargado de inferir parámetros que influyen con la personalidad las

preferencias de un DM. Estos parámetros son los umbrales de preferencia, o también referidos a lo largo de esta tesis de investigación como parámetros de influencia. Estos parámetros serán integrados por la estrategia de solución de preferencias NOSGA-II a través del SRPSD dentro del proceso deliberativo del AVI.

En el interior del módulo del Proceso Deliberativo, se encuentran las estrategias de solución utilizadas para resolver el caso de estudio del súper mercado desde dos perspectivas distintas. La estrategia NOSGA-II, resuelve el caso de estudio de manera guiada a través de preferencias, por el contrario, NSGA-II, resuelve el caso de estudio sin preferencias. Estas estrategias se encuentran integradas dentro de un algoritmo genético, cuyos parámetros de configuración para la experimentación, son los siguientes:

- 30 corridas y 100 generaciones. El período de ejecución completo de corridas representa una simulación de compra en el experimento. Su tiempo de ejecución es variable, dependiendo de la información del individuo de estudio (tamaño del CR). Cada simulación devolverá un conjunto de canastas de compras derivadas de la emulación de un individuo por medio de su personalidad y preferencias.
- La técnica de selección utilizada, es la Selección por Torneo.
- El operador de cruza aplicado, es la Cruza Uniforme, la cual, es utilizada para representaciones reales.
- El operador de mutación, es la Mutación por Cambio de Bit, que también es empleada en representaciones reales. Fue utilizado el porcentaje de mutación 0.01, utilizado en representaciones binarias.

Antes de registrar las canastas de compra derivadas de la simulación dentro de la instancia de resultados, son ordenadas de acuerdo a la estrategia de fallos propuesta en la Sección 4.3. Una vez que las canastas de compra resultantes de la simulación han sido ordenadas de manera ascendente (de menor a mayor aparición de fallos), se aplica la estrategia de sugerencia de productos, de acuerdo a lo propuesto en la Sección 4.4. La estrategia de sugerencias tratará de sugerir nuevos productos en la mejor canasta de compras (con menos fallas) si el presupuesto, la tolerancia y el temperamento del individuo lo permiten. Estos nuevos elementos, serán mostrados al individuo para su aprobación e

integración en la canasta.

Después de aplicar las estrategias de fallas y sugerencia de productos, se realiza el proceso de selección de 1 a n canastas recomendadas. Este proceso se basa en seleccionar canastas de compras que presenten diferencias en los valores de sus atributos. Este proceso garantiza recomendar por cada simulación de compra por lo menos 1 de las n canastas de compras resultantes establecidas como límite. Las canastas recomendadas encontradas, serán registradas en la instancia de resultados en conjunto con el número de simulación de compra que las identifica, así como información de la personalidad, presencia o ausencia de personalidad o preferencias, entre otros elementos.

5.4 Recopilación de la información del DM

La recopilación de la información se realizó a través de la aplicación de cuestionarios encargados de reunir información sobre la personalidad, presupuesto de compra, preferencias del individuo acerca del contexto (productos) y el grado de importancia sobre los atributos de los productos. Esta información es parte importante de los parámetros de entrada de la arquitectura del AVI, así como para el funcionamiento interno de sus módulos.

La información de la personalidad fue recopilada a partir de los cuestionarios oficiales aportados por los modelos FFM-OCEAN y KTS. El cuestionario FFM-OCEAN cuantifica las fortalezas y debilidades de los rasgos de la personalidad de un individuo. Estos valores serán utilizados dentro del MPBCD para conocer la intensidad de la personalidad del individuo (ver en Sección 4.2). El cuestionario aplicado correspondiente a este modelo es IPIP-NEO en la versión de 120 preguntas y puede consultarse en el Anexo C. Por otra parte, el cuestionario KTS, devuelve un perfil de personalidad que ofrece al individuo una identidad, englobando una serie de descripciones o atributos sobre su personalidad, destacando como atributo principal, el temperamento, con el que podrá ser calculado el parámetro de tolerancia de la personalidad a través del MPBCD (ver en Sección 4.2). La versión aplicada del cuestionario KTS, consta de tan sólo 4 preguntas y puede consultarse en el Anexo B. En la Tabla 26, se muestra la información correspondiente de los cuestionarios de personalidad resueltos por un individuo de estudio de tipo Optimista/Relajado. La información detallada sobre los modelos de personalidad, ha sido descrita en la Sección 3.1 y 4.2.

Tabla 26. Información de la personalidad de un individuo de estudio de tipo Optimista.

Perfiles de personalidad KTS	Perfiles de decisión	Valores de OCEAN
ESFP	Optimista/Relajado	Openness: 0.21
		Conscientiousness: 0.14
		Extravertion: 0.84
		Agreeableness: 0.62
		Neuroticism: 0.64

La recopilación de las preferencias de un individuo, fue realizada mediante la aplicación de un cuestionario de elección y comparación de productos diseñado en esta investigación de tesis. Este cuestionario trata de reunir un conjunto de información que refleje las preferencias de un individuo bajo un contexto de decisión. El resultado que se obtiene de este cuestionario, es un conjunto de canastas de compras construidas en base a las preferencias del individuo (el CR). El número de canastas contenidas en el CR, es variable. En este caso, el individuo de estudio ha proveído 10 canastas. El CR tiene como propósito asistir en la generación de los umbrales de preferencia a través del MPBCD. En la Tabla 27 Parte 1 y 2, se expone el CR correspondiente al cuestionario de elección y comparación de productos resuelto por un individuo de estudio Optimista/Relajado.

Tabla 27 Parte 1. CR de un individuo de estudio de tipo Optimista.

Canasta	ID_Producto	Producto	Precio	Popularidad	Contenido	Marca
1	27	Leche	19.90	5	1000	Lala
	33	Malteada	7.20	4	250	Alpura vain.
	43	Pan dulce	31.90	5	330	Bimbo rebs.
2	30	Leche	28.30	5	1500	Lala
	33	Malteada	7.20	4	250	Alpura vain.
	40	Pan dulce	32.00	4	240	Marinela ping.
3	28	Leche	18.90	4	1000	Alpura
	34	Malteada	21.50	4	1000	Alpura fresa
	43	Pan dulce	31.9	5	330	Bimbo rebs.
4	28	Leche	18.90	4	1000	Alpura
	33	Malteada	7.20	4	250	Alpura vain.
	43	Pan dulce	31.9	5	330	Bimbo rebs.

Tabla 28 Parte 2. CR de un individuo de estudio de tipo Optimista.

Canasta	ID_Producto	Producto	Precio	Popularidad	Contenido	Marca
5	27	Leche	19.90	5	1000	Lala
	31	Malteada	7.20	4	250	Alpura choco
	44	Pan dulce	14.00	5	200	Bimbo donas
6	7	Agua natural	6.00	4	500	e-pura
	10	Café soluble	38.00	3	180	Aurrerá
	29	Leche	21.00	3	1000	Santa-Clara
	44	Pan dulce	14	5	200	Bimbo donas
7	12	Café soluble	63.00	4	205	Los Portales
	27	Leche	19.90	5	1000	Lala
	47	Postre	24.50	3	324	Nabisco Oreo
8	8	Agua natural	9.00	4	1500	e-pura
	14	Café soluble	155.50	5	350	Nescafé
	30	Leche	28.30	5	1500	Lala
	35	Pan integral	29.50	5	480	Bimbo
9	31	Malteada	7.20	4	250	Alpura choco
	41	Pan dulce	9.90	5	62	Bimbo Nito
	46	Postre	11.00	3	114	Nabisco chips
10	27	Leche	19.90	5	1000	Lala
	40	Pan dulce	32.00	4	240	Marinela ping.

La información sobre el presupuesto del cual dispone el individuo para adquirir sus compras, además del peso o grado de importancia de los atributos de los productos que pretende comprar, también es recopilada a través del cuestionario de elección y comparación de productos. En la Tabla 28, se encuentra la información sobre el presupuesto y el grado de importancia de los atributos, los cuales, muestran el valor asignado por el individuo de estudio por medio del cuestionario. La asignación de los pesos de los atributos sigue una regla sencilla. Esta regla consta de sumar el valor establecido en cada atributo, y su resultado esperado debe ser 100. Entre mayor valor se establezca en un atributo, más importante y preferente será para el individuo.

Tabla 29. Presupuesto y peso de los atributos de compra de un individuo Optimista.

Grado de importancia de los criterios de compra de productos (Pesos)					
Presupuesto \$	Precio	Popularidad/Marca	Contenido	Cantidad	Suma total
100	34	40	16	10	100

Para la experimentación, fueron considerados sólo aquellos individuos que

resolvieron los 3 cuestionarios de recopilación de información. De esta manera, la información obtenida será la suficiente para generar resultados y validar el funcionamiento de la arquitectura del AVI.

5.5 Aplicación del Modelo de Personalidad MPBCD

El MPBCD, es un modelo de personalidad capaz de generar parámetros que influyen en las preferencias de los individuos con la personalidad. Este modelo permite emular la personalidad de los individuos bajo cualquier contexto de decisión, integrando información relevante de los modelos MBTI-KTS y OCEAN, produciendo de esta manera parámetros de la personalidad que permiten asistir en el proceso de toma de decisiones influyendo en las preferencias. El MPBCD ha sido propuesto en esta tesis de investigación y puede consultarse a detalle en la Sección 4.2., de momento, en esta Sección, se aborda de manera breve el cálculo de la intensidad (Γ) y la tolerancia (φ) de la personalidad. Estos parámetros son la base para generar la influencia de la personalidad sobre las preferencias de un individuo.

La intensidad de la personalidad, fue definida para cuantificar el comportamiento de los individuos bajo enfoques de decisión, permitiendo conocer qué tan Estrictos, Optimistas/Relajados, Cooperativos o Indagadores son en sus decisiones. El cálculo de la intensidad, según la formulación propuesta, requiere como información de entrada los valores de los 5 rasgos del modelo OCEAN, los cuales, son sumados entre sí y divididos entre el número total de rasgos. El resultado de la operación anterior, revela la porción o el porcentaje correspondiente de la intensidad de la personalidad del individuo. El cálculo de la intensidad, se muestra de acuerdo a la ecuación 5.3, en donde, el vector L , representa a los valores de OCEAN de la Tabla 26. El resultado muestra que el individuo de estudio es un 49% optimista o relajado, es decir, es poco optimista o medianamente optimista.

$$\Gamma = \frac{\sum_{k=1}^5 L_k}{5} = \frac{0.21 + 0.14 + 0.84 + 0.62 + 0.64}{5} = 0.49 \quad (5.3)$$

Una vez que se conoce la intensidad del individuo, es posible saber su nivel de tolerancia. La tolerancia de la personalidad, se establece como una medida de flexibilidad que interviene como un factor decisivo ante la aceptación o rechazo de soluciones diferentes de lo esperado. Si la diferencia supera el nivel máximo tolerado por el individuo, se dice que, la decisión tiende hacia el rechazo de la solución.

La tolerancia depende de cierta manera del temperamento. Por ejemplo, un individuo con un temperamento que tiende a la cooperación, es muy probable que sea más tolerante que un individuo con un temperamento más práctico o funcional o que tiende hacia el egoísmo o materialismo. Esta relación teórica entre la tolerancia y el temperamento, fue desarrollada en base al modelo de personalidad de los temperamentos de Keirse (KTS), y puede ser consultado en la Sección 3.1.

Debido a que la tolerancia se relaciona con el temperamento e influye en entornos de decisión, en la Sección 4.2, fue propuesta una escala que ordena los perfiles de decisión de menor a mayor tolerancia, tomando en cuenta su temperamento. El cálculo de la tolerancia de la personalidad del individuo, requiere principalmente del valor proporcional de la relación entre el perfil de decisión y el temperamento (visto en la Sección 4.2), del perfil KTS, del perfil de decisión y de la intensidad de la personalidad. Estos elementos asisten en la selección de la regla correspondiente para el cálculo de la tolerancia. La formalización de estas reglas propuestas se encuentra definidas en la Sección 4.2.

Como primera instancia, el perfil de decisión es utilizado para la selección de la regla correcta. Después debe seleccionarse la ecuación correcta basado en el temperamento. Debido a que el temperamento del individuo no se encuentra en la recopilación de la información, se utiliza el perfil KTS para conocer el temperamento a través del vector VB . En la Tabla 29, se muestra el vector binario VB que almacena las dicotomías del perfil KTS, en donde, el número 1 indica la presencia de cada una de ellas. Para este caso, el perfil KTS del individuo de estudio, es ESFP, que corresponde a un individuo de tipo Optimista/Relajado (FP) y temperamento Artesano (SP).

Tabla 30. Vector VB de registro del perfil KTS de un individuo Optimista.

		MBTI-KTS							
		E	I	S	N	F	T	J	P
Vector binario (VB)		1	0	1	0	1	0	0	1

A través del vector VB , es posible elegir la ecuación indicada para el cálculo de la tolerancia. En la ecuación 5.4, se presenta la regla correcta en base a la información del individuo de estudio, la cual corresponde a la segunda regla de la ecuación (con el rango 0.875).

$$Optimista (FP) = \varphi = \begin{cases} 0.75 + (r \cdot \Gamma) & \text{si } \frac{(F = 1 \wedge P = 1) \wedge (N = 1 \wedge F = 1)}{(Optimista) \quad (Idealista)} \\ 0.875 + (r \cdot \Gamma) & \text{si } \frac{(F = 1 \wedge P = 1) \wedge (S = 1 \wedge P = 1)}{(Optimista) \quad (Artesano)} \end{cases} \quad (5.4)$$

Sustituyendo los valores en la regla correspondiente, el cálculo de la tolerancia φ queda de acuerdo a la ecuación 5.5.

$$\varphi = 0.875 + (r \cdot \Gamma) = 0.875 + (0.125 \cdot 0.49) = 0.93625 \quad (5.5)$$

Donde r , corresponde al valor de separación equitativa entre los 8 temperamentos KTS (abordado en la Sección 4.2). El valor resultante para este individuo de estudio, indica una alta tolerancia en la selección de productos con atributos distintos o alejados a los que pudiera haber solicitado en un pedido de compras inicial.

Con los parámetros básicos calculados Γ y φ , es posible inferir los parámetros de preferencia a través del modelo de impacto preferencial del MPBCD, como se observa en la siguiente Sección.

5.6 Aplicación del modelo de impacto del MPBCD

El modelo de impacto proporciona parámetros de influencia que reflejan la personalidad y las preferencias de un individuo. Estos parámetros de influencia expresan la indiferencia, preferencia, exigencia, relajación o limitaciones existentes en un entorno de decisión. Son calculados a través de los parámetros básicos de la personalidad Γ y φ , y con el CR proporcionado por el individuo a través del cuestionario (visto en la Tabla 27). Los parámetros de influencia, también son conocidos en esta tesis de investigación como umbrales de preferencia, y son integrados por NOSGA-II en el SRPSD.

Antes de calcular los parámetros de influencia, el CR debe ser filtrado con el fin de producir canastas más apegadas a las preferencias del individuo. Este filtrado se realiza incluyendo sólo productos del mismo tipo a los solicitados en la lista de compras inicial en cada canasta de compras del CR. En la Tabla 30, se muestra el CR filtrado perteneciente al individuo de estudio (visto en Tabla 27). Este nuevo conjunto será referenciado como CRF.

Tabla 31. CRF de un individuo de estudio de tipo Optimista.

Canasta	ID_Producto	Producto	Precio	Popularidad	Contenido	Marca
1	43	Pan dulce	31.90	5	330	Bimbo rebs.
2	40	Pan dulce	32.00	4	240	Marinela ping.
3	43	Pan dulce	31.90	5	330	Bimbo rebs.
4	43	Pan dulce	31.90	5	330	Bimbo rebs.
5	44	Pan dulce	14.00	5	200	Bimbo donas
6	7	Agua natural	6.00	4	500	e-pura
	10	Café soluble	38.00	3	180	Aurrerá
	44	Pan dulce	14.00	5	200	Bimbo donas
7	12	Café soluble	63.00	4	205	Los Portales
8	8	Agua natural	9.00	4	1500	e-pura
	14	Café soluble	155.50	5	350	Nescafé
9	41	Pan dulce	9.90	5	62	Bimbo Nito
10	40	Pan dulce	32.00	4	240	Marinela ping.

Utilizando el CRF y los parámetros Γ y φ , es posible realizar el procedimiento de cálculo de la inferencia de los umbrales de preferencia (propuestos en la Sección 4.2). Estos umbrales fueron divididos en 2 grupos. El primer grupo necesita del CRF y φ para ser inferidos. El parámetro φ , se utiliza en este cálculo para expresar qué tanta indiferencia, preferencia o excedentes tolera el individuo con respecto a los atributos en comparación. Este primer grupo se compone por los umbrales de indiferencia (q), preveto (u) y veto (v), y son integrados en el algoritmo NOSGA-II y proporcionados al SRPSD. En la Tabla 31, se presentan los resultados del cálculo de estos umbrales para cada uno de los atributos de los productos, de acuerdo con la formulación propuesta de la Sección 4.2.

Tabla 32. Umbrales q , u y v , basado en el CRF de un individuo de estudio.

Umbral	Precio	Popularidad	Contenido	Cantidad
q	38.3	3.7	304.94	0.89
u	41.81	4.56	370.94	1.15
v	45.32	5.43	436.95	1.4

El segundo grupo de umbrales de preferencia, se compone por los umbrales de credibilidad (λ), simetría (β) y asimetría (ε). Para su inferencia requiere de Γ y de valores de proporción basados en una escala propuesta de acuerdo a la exigencia y relajación reflejada en el perfil de decisión del individuo, así como la expresión de su preferencia. Los detalles de los valores de proporción, pueden consultarse en la Sección 4.2, así como la formulación utilizada en las ecuaciones 5.6, 5.7 y 5.8, en las cuales se realizó la sustitución de los valores

de este caso de estudio.

$$\text{Credibilidad } \lambda = (e' \cdot \Gamma) + e = (0.125 \cdot 0.49) + 0.5 = 0.56 \quad (5.6)$$

$$\text{Asimetría } \beta = (h' \cdot \Gamma) + h = (0.05 \cdot 0.49) + 0 = 0.02 \quad (5.7)$$

$$\text{Simetría } \varepsilon = \frac{\beta}{2} = \frac{0.02}{2} = 0.01 \quad (5.8)$$

Los valores de los rangos e y h , correspondientes para este caso de estudio, fueron los de un individuo con perfil de decisión Optimista/Relajado, y de igual manera, los valores de la proporción e' y h' , (vistos en la Sección 4.2). Con los umbrales de preferencia o parámetros de influencia inferidos, es posible realizar la experimentación generando las simulaciones del contexto de decisión y analizar sus resultados a través de una instancia de resultados para facilitar dicho análisis.

5.7 Configuraciones para Análisis de la Personalidad

Esta Sección presenta en la Tabla 32 las distintas configuraciones que se definieron para validar el modelo de impacto propuesto. Las configuraciones consideraron tres aspectos importantes, el tipo de personalidad, la presencia o ausencia de preferencias y la forma de obtener la información preferencial.

Con base en la personalidad y las preferencias, las configuraciones fueron organizadas en 4 cuadrantes principales, que son: I) con personalidad real y con preferencia; II) con personalidad real y sin preferencia; III) con personalidad ficticia y con preferencia; IV) con personalidad ficticia y sin preferencia. Adicionalmente, cada cuadrante es analizado con base en cada forma de obtener la información preferencial, que son individual y ampliada. La información individual es extraída directamente del individuo, mientras que la información ampliada se obtiene por medio de perfiles que se asumen pueden ser afines al individuo. Con esto se obtienen las 8 configuraciones (denotadas PR-P-I, PR-P-A, PR-SP-I, PR-SP-A, PF-P-I, PF-P-A, PF-SP-I, PF-SPA, véase Tabla 34) que son empleadas para analizar el modelo de impacto propuesto.

Para las configuraciones PR-P-I, PR-P-A, PR-SP-I, PR-SP-A se aplicó la estrategia de solución NOSGA-II, que integra las preferencias a través del SRPSD, y para las

configuraciones PF-P-I, PF-P-A, PF-SP-I, PF-SP-A se utilizó la estrategia NSGA-II (Deb, Agrawal, Pratap, & Meyarivan, 2000).

Tabla 33. Configuraciones utilizadas para analizar el Impacto de la personalidad sobre preferencias.

	CON PREFERENCIA (P)		SIN PREFERENCIA (SP)	
	Individual (I)	Amplia (A)	Individual (I)	Amplia (A)
PERSONALIDAD REAL (PR)	I		II	
PERSONALIDAD FICTICIA (PF)	III		IV	

El análisis del modelo de impacto consideró una personalidad real y una personalidad ficticia extrema; esto se hizo con la finalidad de contrastar su impacto en la experimentación al influir con la personalidad a las preferencias utilizando datos reales (proporcionados por el decisor) y ficticios. Lo que se conoce como personalidad real, es a aquella personalidad modelada a través de los datos provenientes de los cuestionarios resueltos por un individuo, es decir, la personalidad es representativa del decisor y es posible que logre guiar aún más a las preferencias. El caso de la personalidad ficticia, esta no representa la personalidad del individuo bajo estudio. Para generar una personalidad ficticia, se establecieron I_n y φ en su nivel máximo de porcentaje (100%), para referenciar a un posible caso teórico de personalidad, en donde, se espera que no discrimine ninguna solución, sin importar si su comportamiento refleja a un individuo estricto o relajado en la toma de decisiones. En resumen, es una personalidad que no produce una influencia que guíe de manera congruente conforme a las preferencias reales del individuo.

Ahora bien, para obtener información preferencial los procesos seguidos fueron los siguientes. En la obtención individual, únicamente son incluidos los parámetros de información de un solo cliente relativa a su personalidad, preferencias (p.e. el CR) y presupuesto. En la obtención ampliada se obtiene el perfil KTS del cliente y a partir de este perfil se recopilan las preferencias de productos de todas aquellas personas que coincidan con él, formando un CR generalizado. La búsqueda amplia ha sido planteada como una extensión de la búsqueda individual que se podría utilizar cuando la información preferencial del individuo objetivo sea escasa o nula.

En resumen, el modelo de impacto será analizado bajo 8 configuraciones diferentes. Para cada configuración la información de entrada requerida es: la canasta deseada, atributos de los productos de la canasta, el cliente, perfil de decisión y KTS y parámetros I_n y φ , un ejemplo de esta información se puede ver en el Anexo E. A partir de dicha información, se

lleva a cabo un proceso de simulación de compra, el cuál consisten en que el algoritmo (ya sea NOSGAI o NSGAI) asociado a la configuración, en combinación con un postprocesamiento, regresen un conjunto n de canastas recomendadas. Cada configuración fue sujeta a: 1) un proceso de 10 simulaciones por instancia, obteniendo n canastas por simulación; 2) evaluación a través de los indicadores presentados en la Sección 5.8 aplicados a las canastas obtenidas (denotadas por 1.1, 1.2, ..., 1. n , ..., 10.1, 10.2,...,10. n); y 3) una comparación estadística para encontrar si existe o no diferencia significativa entre las otras configuraciones. El diseño experimental para guiar el proceso y propósito de las comparaciones se presenta en la Sección 5.9.

5.8 Métricas de desempeño

Las métricas de desempeño, proporcionan indicadores de calidad o eficiencia sobre uno o varios objetivos de interés. En este caso de estudio, se utilizaron 2 métricas para medir la calidad de los resultados o canastas de compras de cada simulación obtenidas de la arquitectura del AVI con respecto a una lista de compras inicial proporcionada por un cliente o DM. Las 2 estrategias aplicadas para medir el desempeño de las canastas de compras, son: distancia Euclidiana y justificación por fallos (propuesta en esta tesis detallada en la Sección 4.3). La fórmula para obtener la distancia Euclidiana, se presenta en la ecuación 5.9.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (5.9)$$

Donde x_i es el valor acumulado del atributo i de la lista de compras inicial x , y_i es el valor acumulado del atributo i de la canasta de compras obtenida de la simulación y , y n es el total de atributos que caracterizan a los productos de las canastas. El procedimiento de cálculo de la distancia Euclidiana, se realizó en todas las canastas existentes en la instancia de resultados de cada configuración de búsqueda para su análisis posterior.

La siguiente métrica de desempeño aplicada, es la justificación por fallos, la cual, es una estrategia que fue propuesta y desarrollada en este trabajo de investigación de tesis. Esta estrategia evalúa el desempeño de las canastas de compras obtenidas de cada simulación, comparando el valor de sus atributos con respecto al valor de los atributos de la lista de compras inicial, acumulando las diferencias existentes entre ellos basado en una regla

establecida por medio de la tolerancia de la personalidad del cliente. La canasta con menos diferencias acumuladas, representa la solución de mejor calidad o desempeño, es decir, es la canasta de compras más cercana al pedido de compras solicitado inicialmente. Estas diferencias son conocidas en esta estrategia bajo el nombre de fallos. La regla correspondiente de esta estrategia, se despliega en la ecuación 5.10.

$$\sum_{t=1}^1 (F_{b_{A_i}} + t), \text{ si } (x_{A_i k} = x_{Y j}) \wedge |b_{A_i l x_{A_i k}} - b_{Y l x_{Y j}}| > (b_{Y l x_{Y j}} \cdot \varphi) \quad (5.10)$$

Donde b representa el beneficio o atributo del producto, A es el conjunto de canastas de compras obtenidas de la simulación, Y representa la lista de compras inicial, x es el producto contenido en la canasta de compras, φ es la tolerancia de la personalidad del individuo, y $F_{b_{A_i}}$ representa los fallos acumulados en la comparativa de atributos entre la canasta de compras A_i y la lista de compras Y .

El primer paso de la regla de esta estrategia de fallos, consiste en verificar si el producto x_k de la canasta A_i es del mismo tipo que el producto x_j de la lista de compras inicial Y . Si la condición anterior es verdadera, lo siguiente es comprobar si la diferencia absoluta entre el atributo b_l del producto x_k de la canasta A_i y el atributo b_l del producto x_j de la lista de compras inicial Y , supera el nivel máximo tolerado de alejamiento con respecto al atributo en revisión de la lista de compras Y . Si la condición anterior se cumple, será acumulado en $F_{b_{A_i}}$ el fallo t correspondiente de dicho atributo. Este procedimiento fue realizado en todas las canastas de compras existentes en la instancia de resultados de cada cuadrante o configuración de búsqueda para su análisis posterior.

En el Anexo F, pueden encontrarse los ejemplos del cálculo de la distancia Euclidiana y de la estrategia de justificación por fallos con valores de los atributos tomados de la instancia de resultados correspondiente a la configuración PR-P-I del individuo de estudio analizado hasta el momento.

El resultado de ambas métricas de desempeño de todas las simulaciones de cada configuración de búsqueda, será analizado a través de pruebas no paramétricas para determinar si existen diferencias significativas con respecto a la lista de compras inicial. De esta manera, se pretende demostrar a través de la experimentación, que existe mejor calidad

o desempeño de las canastas de compras provenientes de la configuración PR-P-I (canastas construidas con preferencias influidas con la personalidad) que con las canastas del resto de cuadrantes o configuraciones de búsqueda. Esta experimentación puede observarse a detalle en el capítulo 6.

El motivo de aplicar 2 métricas de desempeño, es debido a la búsqueda de sustento en la hipótesis que establece que, influir las preferencias de un decisor con la personalidad, producirá mejor desempeño en las soluciones bajo diversos contextos de decisión definidos.

5.9 Diseño experimental

El diseño experimental para validar la arquitectura del AVI, se definió a partir de los elementos previamente descritos en este Capítulo. Este diseño consta de 6 partes, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Demostrar que la integración de personalidad y preferencias en una metaheurística, genera mejores soluciones en comparación con las soluciones provenientes de un proceso que no incorpora una estrategia de preferencia.

Este experimento fue realizado aplicando búsqueda individual, y tomando como punto de referencia o de control principal, la configuración de búsqueda PR-P-I (personalidad real-Preferencias-búsqueda Individual) contrastado con las configuraciones PF-P-I (Personalidad Ficticia-Preferencias-búsqueda Individual) y PF-SP-I (Personalidad Ficticia-Sin Preferencias- búsqueda Individual).

2. Comprobar que la incorporación de información de preferencias derivada de la personalidad de manera a-priori, no tiene un gran impacto con respecto a su incorporación durante el proceso de construcción de soluciones.

Este experimento fue realizado aplicando búsqueda individual, y tomando como punto de control principal, la configuración PR-P-I comparado con las configuraciones PR-SP-I y PF-SP-I.

3. Aplicar el procedimiento realizado en el experimento 1, empleando para este caso, búsqueda amplia en todas las configuraciones bajo análisis (PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A).

4. Ejecutar la demostración del experimento 2 aplicando búsqueda amplia para todas las configuraciones de estudio (PR-P-A, PR-SP-A y PF-SP-A).
5. Validar la existencia de diferencias significativas entre las configuraciones PR-P-I y PR-P-A, con la intención de observar si la inclusión de preferencias de individuos con un perfil similar al del individuo bajo estudio, produce mejores resultados o similares.
6. Demostrar que los individuos Optimistas/Relajados tienen un mejor desempeño dentro de un contexto de decisión en comparación con los individuos Estrictos. Este análisis se basa en la tolerancia de los individuos para corroborar que, entre más estricto sea un individuo, menos tolerante será en la apertura de soluciones, restringiendo de esta manera su desempeño.

Los resultados de la implementación del diseño experimental previo, y su análisis, se presentan a detalle en la siguiente Sección.

Capítulo 6

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este Capítulo se lleva a cabo la validación del funcionamiento de la arquitectura del AVI a través de la experimentación y análisis de sus resultados. La prioridad de los experimentos realizados en este Capítulo, se centra en contrastar las soluciones de las simulaciones de compra que incorporan la personalidad real y las preferencias del individuo de estudio, contra soluciones construidas bajo configuraciones con personalidad ficticia de la personalidad, así como la ausencia y presencia de preferencias.

Este contraste se llevó a cabo aplicando pruebas no paramétricas a través de la plataforma estadística STAC Web Platform (Rodríguez-Fdez, Canosa, Mucientes, & Bugar, 2015). Las pruebas no paramétricas aplicadas para los experimentos de las Secciones 6.1 a la 6.5, son: prueba de Rangos de Friedman Alineado (Friedman Aligned Ranks) y prueba post-hoc de Finner. La prueba de Friedman Alienado, fue utilizada debido a que el número de grupos o configuraciones de búsqueda será menor a 4 por cada experimento. La prueba de Finner fue aplicada por ser considerada mejor que Bonferroni-Dunn, Holm, Hochberg y Li. Ambas pruebas demostrarán la existencia de diferencias significativas entre configuraciones o cuadrantes de búsqueda.

La configuración utilizada para realizar el experimento con las pruebas estadísticas Friedman Alienado y Finner, son: análisis de grupos múltiples 1 vs todos, método de control utilizando el cuadrante de búsqueda PR-P-I/PR-P-A (según sea el caso), y un nivel de significancia de 0.05. El algoritmo utilizado para la integración de preferencias en las cuadrantes PR-P-I, PR-P-A, PF-P-I y PF-P-A, se realiza a través de NOSGA-II. Para el resto de las configuraciones de búsqueda, se utilizó la estrategia de solución sin preferencias NSGA-II.

Los valores sometidos a la experimentación bajo las condiciones de estas pruebas estadísticas, corresponden a los resultados obtenidos de aplicar las 2 métricas de desempeño en las canastas de compras de cada simulación generada por la arquitectura del AVI.

6.1 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-I vs PF-P-I y PF-SP-I

Esta Sección pretende comprobar que la influencia de la personalidad sobre las preferencias, produce mejores resultados con respecto a soluciones con personalidad ficticia con/sin preferencias, respectivamente.

En este experimento se emplearon 2 configuraciones que incorporan personalidades diferentes (PR-P-I, la personalidad obtenida a partir del MPBCD), y (PF-P-I, que incorpora una personalidad con $\Gamma = 1$ y $\varphi = 1$ (intensidad y tolerancia al 100%, respectivamente)). Esta última personalidad hace alusión a un posible individuo que teóricamente seleccionaría cualquier solución sin importar si es estricto o relajado.

En la Tabla 33, se presentan los valores calculados por las 2 métricas aplicadas. Del lado izq. se muestran las fallas en todas las canastas de las 10 simulaciones de compra. A la derecha se muestra la distancia Euclidiana de la mejor canasta de cada simulación correspondiente a las configuraciones de búsqueda PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I. Estos datos pertenecen al individuo de estudio citado durante el Capítulo anterior.

Tabla 34. Vals. del cálculo de las métricas de los cuadrantes PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I.

Justificación por fallos (parte 1)				Justificación por fallos (parte 2)				Distancia Euclidiana			
Sim	PR-P-I	PF-P-I	PF-SP-I	Sim	PR-P-I	PF-P-I	PF-SP-I	Sim	PR-P-I	PF-P-I	PF-SP-I
1.1	4	4	5	6.1	4	5	5	1.1	1600.48	1600.48	1668.65
1.2	4	4	4	6.2	4	4	4	2.1	1668.65	1600.48	1668.65
1.3	4	4	5	6.3	4	5	5	3.1	1600.48	1668.65	1668.65
2.1	5	4	5	7.1	5	4	5	4.1	1600.48	1668.65	1668.65
2.2	4	4	4	7.2	4	4	4	5.1	1600.48	1600.48	1668.65
2.3	5	4	5	7.3	5	4	5	6.1	1600.48	1668.65	1668.65
3.1	4	5	5	8.1	5	4	5	7.1	1668.65	1600.48	1668.65
3.2	4	4	4	8.2	4	4	4	8.1	1668.65	1600.48	1668.65
3.3	4	5	5	8.3	5	4	5	9.1	1600.48	1600.48	1668.65
4.1	4	5	5	9.1	4	4	5	10.1	1600.48	1600.48	1668.65
4.2	4	4	4	9.2	4	4	4				
4.3	4	5	5	9.3	4	4	5				
5.1	4	4	5	10.1	4	4	5				
5.2	4	4	4	10.2	4	4	4				
5.3	4	4	5	10.3	4	4	5				

En la Tabla 34, se presenta el resumen de las pruebas no paramétricas para la distancia Euclidiana, en donde, se observa en la prueba post-hoc que PR-P-I y PF-SP-I tienen diferencias significativas, debido a que H_0 (hipótesis nula) ha sido rechazada, lo que significa que sus medias no son iguales. En otras palabras, incorporar personalidad y preferencias, sí

influye en la mejora de la calidad de las soluciones. Dentro de esta misma prueba, PR-P-I y PF-P-I no presentan diferencias significativas, lo que quiere decir que, influir con una personalidad ficticia a las preferencias, ofrece la misma calidad de soluciones que con la personalidad real, sin embargo, en el ranking de la prueba de Friedman, la configuración de búsqueda PR-P-I se encuentra como la mejor posicionada de las 3 configuraciones o cuadrantes, por lo tanto, influir las preferencias con la personalidad real, proporciona mejor calidad de soluciones que con la personalidad ficticia.

Tabla 35. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I de la dist. Euclidiana.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
9.05589	0.0108	H_0 rechazada	11.4	PR-P-I	PR-P-I vs PF-SP-I	3.1242	0.00356	H_0 rechazada
			11.4	PF-P-I	PR-P-I vs PF-P-I	0	1	H_0 aceptada
			23.7	PF-SP-I				

En la Tabla 35, se muestran los resultados de las pruebas no paramétricas para la estrategia por fallos. Se observa exactamente el mismo comportamiento que con los resultados obtenidos de la experimentación con la distancia Euclidiana, lo que confirma que influir las preferencias con la personalidad, mejora las soluciones.

Tabla 36. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PF-P-I y PF-SP-I de la est. de fallos.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
18.507	0.0001	H_0 rechazada	35.37	PR-P-I	PR-P-I vs PF-SP-I	4.5069	0.00001	H_0 rechazada
			35.37	PF-P-I	PR-P-I vs PF-P-I	0	1	H_0 aceptada
			65.77	PF-SP-I				

En resumen, las pruebas estadísticas aplicadas en esta experimentación con los datos proporcionados por 2 métricas de desempeño, revelan que, utilizar una estrategia de solución con/sin preferencias influidas por una personalidad ficticia, produce soluciones de menor calidad con respecto a las soluciones resultantes de un proceso de integración de preferencias influidas por la personalidad real del individuo.

6.2 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-I vs PR-SP-I y PF-SP-I

Este estudio busca comprobar que la incorporación de información seleccionada por un individuo en base a sus preferencias y su personalidad, no representa un impacto de importancia si la construcción de las soluciones sólo se basa en dicha información sin influir directamente con la personalidad durante el proceso de construcción de las soluciones. El CR, es la información proporcionada por el individuo a la que se hace referencia, cuya selección de canasta de productos refleja de alguna manera su preferencia e influencia de su personalidad. Este experimento involucra ambas personalidades (real y ficticia) y el uso de las estrategias NOSGA-II y NSGA-II para los casos con/sin preferencias.

En la Tabla 36, se presentan los valores calculados de las canastas de las simulaciones de compra en las configuraciones PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I a través de las 2 métricas de desempeño utilizadas (distancia Euclidiana y estrategia de fallos).

Tabla 37. Vals. del cálculo de las métricas de los cuadrantes PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I.

Justificación por fallos (parte 1)				Justificación por fallos (parte 2)				Distancia Euclidiana			
Sim	PR-P-I	PR-SP-I	PF-SP-I	Sim	PR-P-I	PR-SP-I	PF-SP-I	Sim	PR-P-I	PR-SP-I	PF-SP-I
1.1	4	5	5	6.1	4	5	5	1.1	1600.48	1668.65	1668.65
1.2	4	4	4	6.2	4	4	4	2.1	1668.65	1668.65	1668.65
1.3	4	5	5	6.3	4	5	5	3.1	1600.48	1668.65	1668.65
2.1	5	5	5	7.1	5	5	5	4.1	1600.48	1668.65	1668.65
2.2	4	4	4	7.2	4	4	4	5.1	1600.48	1668.65	1668.65
2.3	5	5	5	7.3	5	5	5	6.1	1600.48	1668.65	1668.65
3.1	4	5	5	8.1	5	5	5	7.1	1668.65	1668.65	1668.65
3.2	4	4	4	8.2	4	4	4	8.1	1668.65	1668.65	1668.65
3.3	4	5	5	8.3	5	5	5	9.1	1600.48	1668.65	1668.65
4.1	4	5	5	9.1	4	5	5	10.1	1600.48	1668.65	1668.65
4.2	4	4	4	9.2	4	4	4				
4.3	4	5	5	9.3	4	5	5				
5.1	4	5	5	10.1	4	5	5				
5.2	4	4	4	10.2	4	4	4				
5.3	4	5	5	10.3	4	5	5				

En la Tabla 37, se muestra la experimentación con los valores de la distancia Euclidiana. En ambos casos, se demuestra que existen diferencias significativas entre PR-P-I y PF-SP-I, y entre PR-P-I y PR-SP-I, además, PR-P-I tiene la mejor posición del ranking de las configuraciones de búsqueda bajo estudio, demostrando el mejor desempeño. Lo anterior significa que la influencia de la personalidad tiene un mayor impacto al incorporarse durante el proceso de construcción de las soluciones en conjunto con una estrategia que tome en cuenta las preferencias. Integrar personalidad y preferencias a través de una estrategia como NOSGA-II, generará soluciones con mejor desempeño que en los casos en que la personalidad se integra de manera a-priori en estrategias que no consideran las preferencias (NSGA-II).

Tabla 38. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I de la dist. Euclidiana.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
11.8866	0.0026	H_0 rechazada	6.4	PR-P-I	PR-P-I vs PF-SP-I	3.4671	0.00105	H_0 rechazada
			20.05	PR-SP-I	PR-P-I vs PR-SP-I	3.4671	0.00105	H_0 rechazada
			20.05	PF-SP-I				

La experimentación de la Tabla 38, correspondiente a la estrategia de fallos, corrobora los mismos resultados observados de la experimentación con la distancia Euclidiana.

Tabla 39. Pruebas estadísticas en PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I de la est. de fallos.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
22.336	0.0001	H_0 rechazada	24.03	PR-P-I	PR-P-I vs PF-SP-I	4.7736	0	H_0 rechazada
			56.23	PR-SP-I	PR-P-I vs PR-SP-I	4.7736	0	H_0 rechazada
			56.23	PF-SP-I				

Los resultados de la experimentación con la estrategia de fallos, le dan soporte al planteamiento establecido como objetivo en esta Sección, por lo que se concluye que, la integración de la personalidad y preferencias durante el proceso de búsqueda de soluciones, produce mejores resultados en comparación con su integración a-priori de preferencias derivada de la personalidad.

6.3 Contraste de las configuraciones PR-P-A vs PF-P-A y PF-SP-A

Esta Sección persigue el mismo objetivo planteado en la Sección 6.1, con la diferencia de llevar a cabo el experimento aplicando una búsqueda amplia, es decir, ampliando la información de preferencias (del CR) con la de uno o más individuos que compartan el mismo perfil de personalidad KTS. Lo anterior es para el caso de la configuración PR-P-A, que involucra personalidad real. Para el caso de las configuraciones de búsqueda o cuadrantes que incorporan personalidad ficticia, no existe dicha guía por perfil de personalidad, por lo tanto, la búsqueda se amplía a la información preferencial de todos los individuos registrados en el sistema. Esto último es una acción poco eficiente en cuanto al tiempo de ejecución de cada simulación de compra, sin embargo, su desempeño será analizado en esta Sección, con respecto a la configuración PR-P-A, que incluye personalidad real e información que pertenece a individuos del mismo tipo de personalidad. Básicamente se pretende comprobar que, integrar preferencias conjuntas de diversos individuos e influenciarlas con la personalidad que tienen en común, produce mejores resultados con respecto a soluciones generadas a partir de una personalidad ficticia y con información de preferencias no guiada o derivada de la personalidad. En la Tabla 39, se presentan los valores calculados por las 2 métricas de desempeño de los cuadrantes bajo estudio de esta Sección en búsqueda amplia.

Tabla 40. Vals. del cálculo de las métricas de PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A.

Justificación por fallos (parte 1)				Justificación por fallos (parte 2)				Distancia Euclidiana			
Sim	PR-P-A	PF-P-A	PF-SP-A	Sim	PR-P-A	PF-P-A	PF-SP-A	Sim	PR-P-A	PF-P-A	PF-SP-A
1.1	6	5	6	6.1	6	4	6	1.1	3138.32	4000.29	4400.25
1.2	6	5	5	6.2	6	4	4	2.1	3138.32	4508.24	4438.24
1.3	6	5	5	6.3	6	4	4	3.1	3138.32	3538.29	4438.21
2.1	6	6	6	7.1	6	5	6	4.1	3138.32	4000.29	4508.24
2.2	6	6	5	7.2	6	4	5	5.1	3138.32	4000.29	4508.24
2.3	6	4	4	7.3	6	5	3	6.1	3138.32	3538.29	4508.24
3.1	6	4	6	8.1	6	5	6	7.1	3138.32	3970.26	4508.24
3.2	6	4	5	8.2	6	5	5	8.1	3138.32	4000.29	4508.24
3.3	6	4	5	8.3	6	5	4	9.1	3138.32	3538.29	4508.24
4.1	6	5	6	9.1	6	4	6	10.1	3138.32	3000.38	4508.24
4.2	6	5	5	9.2	6	4	5				
4.3	6	5	4	9.3	6	4	5				
5.1	6	5	6	10.1	6	4	6				
5.2	6	5	5	10.2	6	4	5				
5.3	6	5	5	10.3	6	4	5				

En las pruebas estadísticas aplicadas a los datos proporcionados por la distancia Euclidiana, se observa que, la información de preferencias guiada por la personalidad, influye

y mejora el desempeño de los resultados. En ambos casos, se demuestra que existen diferencias significativas en la comparativa con el desempeño de la configuración PR-P-A con el resto de las configuraciones de búsqueda bajo estudio, los cuales, aplicaron una personalidad ficticia que no guía de manera representativa las preferencias durante el proceso de construcción de las soluciones, o bien, una personalidad representativa que derive las preferencias de manera a-priori. (PF-P-A y PF-SP-A). En la Tabla 40, se muestran los resultados de las pruebas estadísticas para la distancia Euclidiana.

Tabla 41. Pruebas estadísticas en PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A de la dist. Euclidiana.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-A como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
17.6528	0.0001	H_0 rechazada	5.6	PR-P-A	PR-P-A vs PF-SP-A	5.0292	0	H_0 rechazada
			15.5	PF-P-A	PR-P-A vs PF-P-A	2.5146	0.01192	H_0 rechazada
			25.4	PF-SP-A				

Los resultados de las pruebas estadísticas de la estrategia por fallos, apoya de manera parcial el resultado obtenido de la experimentación con la distancia Euclidiana. En este caso, se observa que, la configuración de búsqueda PR-P-A tiene diferencias significativas con las demás configuraciones, sin embargo, en la prueba de rangos, PF-P-A y PF-SP-A, tienen mejor posicionamiento que PR-P-A. Esto puede ser debido a la variedad de soluciones encontradas en ambas configuraciones de búsqueda, con respecto a PR-P-A. Lo anterior puede observarse a simple vista en la Tabla 39, en donde, tanto la cantidad de fallos como de la distancia Euclidiana, son iguales para todas las simulaciones, lo que muy probablemente significa que los resultados de esta configuración pertenecen a una solución con los mismos atributos. Es importante destacar el hecho que el ranking considera que una estrategia de preferencias ofrece mejor desempeño de las soluciones, aun con la influencia de una personalidad ficticia. En la Tabla 41, se muestran los resultados de la experimentación.

Tabla 42. Pruebas estadísticas en PR-P-A, PF-P-A y PF-SP-A de la est. de fallos.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-A como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
37.833	0	H_0 rechazada	23.01	PF-P-A	PR-P-A vs PF-P-A	7.3779	0	H_0 rechazada
			40.70	PF-SP-A	PR-P-A vs PF-SP-A	4.7563	0	H_0 rechazada
			72.78	PR-P-A				

Las pruebas estadísticas de esta experimentación, revelan coincidencias en ambas métricas de desempeño en cuanto a la existencia de diferencias significativas. El objetivo de esta Sección, fue alcanzado con la experimentación de los resultados de la distancia Euclidiana, al demostrar que incorporar preferencias de varios individuos que comparten similitud de comportamientos en su personalidad, tiene un impacto importante en el proceso de construcción de soluciones con mejor calidad. Por otra parte, la estrategia por fallos, muestra un menor impacto en el desempeño de las soluciones al integrar información preferencial de individuos con personalidad similar en la configuración PR-P-A. El bajo desempeño en las soluciones de PR-P-A, tal vez no sea del todo incorrecto, ya que posiblemente las coincidencias en sus preferencias, guíen hacia una solución en común, sesgando de esta manera un mejor desempeño frente a las configuraciones de búsqueda que integran preferencias de individuos al azar influidas por una personalidad no representativa.

6.4 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-A vs PR-SP-A y PF-SP-A

La experimentación de esta Sección, comparte el mismo objetivo que el experimento de la Sección 6.2, con la variante de búsqueda amplia. En este caso, se busca probar que la incorporación de información preferencial perteneciente a un grupo de individuos con el mismo perfil de personalidad, continúa representando un impacto poco importante si la construcción de las soluciones sólo se basa en esta información sin influir directamente con

la personalidad durante el proceso de construcción de las soluciones, es decir, sin utilizar parámetros específicos que reflejen una influencia de la personalidad sobre las preferencias.

Los valores utilizados para la experimentación se muestran en la Tabla 42. Estos valores corresponden al desempeño de los resultados de cada configuración de búsqueda amplia obtenidos mediante la distancia Euclidiana y la estrategia de fallos.

Tabla 43. Vals. del cálculo de las métricas de PR-P-A, PR-SP-A y PF-SP-A.

Justificación por fallos (parte 1)				Justificación por fallos (parte 2)				Distancia Euclidiana			
Sim	PR-P-A	PR-SP-A	PF-SP-A	Sim	PR-P-A	PR-SP-A	PF-SP-A	Sim	PR-P-A	PR-SP-A	PF-SP-A
1.1	6	6	6	6.1	6	6	6	1.1	3138.32	3138.32	4400.25
1.2	6	5	5	6.2	6	5	4	2.1	3138.32	3138.32	4438.24
1.3	6	5	5	6.3	6	5	4	3.1	3138.32	3138.32	4438.21
2.1	6	6	6	7.1	6	6	6	4.1	3138.32	3138.32	4508.24
2.2	6	5	5	7.2	6	5	5	5.1	3138.32	3138.32	4508.24
2.3	6	4	4	7.3	6	4	3	6.1	3138.32	3138.32	4508.24
3.1	6	6	6	8.1	6	6	6	7.1	3138.32	3138.32	4508.24
3.2	6	5	5	8.2	6	5	5	8.1	3138.32	3138.32	4508.24
3.3	6	4	5	8.3	6	4	4	9.1	3138.32	3138.32	4508.24
4.1	6	6	6	9.1	6	6	6	10.1	3138.32	3138.32	4508.24
4.2	6	5	5	9.2	6	4	5				
4.3	6	4	4	9.3	6	4	5				
5.1	6	6	6	10.1	6	6	6				
5.2	6	4	5	10.2	6	5	5				
5.3	6	5	5	10.3	6	5	5				

La experimentación con las pruebas estadísticas empleando los valores de la distancia Euclidiana, revela que PR-P-A y PR-SP-A no tienen diferencias significativas, es decir, que incorporar preferencias derivadas de la personalidad de forma a-priori, así como la integración de preferencias influenciándolas con la personalidad durante el proceso de generación de soluciones, representan un impacto similar en el desempeño. Sin embargo, el ranking de la prueba de Friedman considera que de alguna manera, el proceso sin preferencias integradas durante la construcción de soluciones (estrategia NSGA-II) a cargo de PR-SP-A, ofrece mejor desempeño que con la estrategia que integra preferencias (NOSGA-II) bajo la configuración PR-P-A. De lo observado anteriormente, y tomando en cuenta que existen diferencias significativas entre PR-P-A y PF-SP-A, puede decirse que, la personalidad real es un factor de importancia e influencia en ambos procesos. En la Tabla 43, se muestran los resultados de la experimentación con la distancia Euclidiana.

Tabla 44. Pruebas estadísticas de PR-P-A, PR-SP-A y PF-SP-A de la dist. Euclidiana.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
14.3953	0.0007	H_0 rechazada	10.5	PR-SP-A	PR-P-A vs PF-SP-A	3.8100	0.00028	H_0 rechazada
			10.5	PR-P-A	PR-P-A vs PR-SP-A	0	1	H_0 aceptada
			25.5	PF-SP-A				

La experimentación correspondiente con los datos arrojados por la estrategia de fallos, entrega un resultado similar a lo observado con la distancia Euclidiana. En esta experimentación, puede apreciarse que PR-P-A presenta diferencias significativas con respecto a los otros cuadrantes bajo análisis. Sin embargo, el ranking posiciona a PR-P-A como el de menor desempeño. En la Tabla 44, se presentan los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas a los datos de la estrategia por fallos.

Tabla 45. Pruebas estadísticas de PR-P-I, PR-SP-I y PF-SP-I de la est. de fallos.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
30.8832	0	H_0 rechazada	31.45	PR-SP-A	PR-P-A vs PR-SP-A	5.8879	0	H_0 rechazada
			33.88	PF-SP-A	PR-P-A vs PF-SP-A	5.5272	0	H_0 rechazada
			71.16	PR-P-A				

El análisis y la experimentación con ambos conjuntos de datos proporcionados por las métricas de desempeño, resaltan el hecho de que la personalidad real proporciona elementos que influyen en el desempeño de las soluciones.

El objetivo planteado en esta Sección, se concreta al observar que integrar preferencias derivadas de la personalidad de manera a-priori provenientes de diversos

individuos con similitudes de perfil, sí representan un impacto, aunque no muy significativo.

6.5 Contraste de las configuraciones de búsqueda PR-P-I vs PR-P-A

Este experimento tiene como objetivo demostrar si PR-P-A, tiene un mejor desempeño con respecto a PR-P-I validando la existencia de diferencias significativas entre ellos. Se pretende averiguar si una búsqueda amplia, es decir, la integración de información de preferencias de diversos individuos bajo un mismo perfil de personalidad produce mejores soluciones en comparación con la búsqueda individual, en la cual, únicamente se utiliza la información específica preferencial del individuo que interactúa con la arquitectura del AVI.

Los datos proporcionados por las métricas de desempeño que serán empleados en la experimentación, se muestran en la Tabla 45.

Tabla 46. Vals. del cálculo de las métricas de los cuadrantes PR-P-I, PR-P-A.

Justificación por fallos (parte 1)			Justificación por fallos (parte 2)			Distancia Euclidiana		
Sim	PR-P-I	PR-P-A	Sim	PR-P-I	PR-P-A	Sim	PR-P-I	PR-P-A
1.1	4	6	6.1	4	6	1.1	1600.48	3138.32
1.2	4	6	6.2	4	6	2.1	1668.65	3138.32
1.3	4	6	6.3	4	6	3.1	1600.48	3138.32
2.1	5	6	7.1	5	6	4.1	1600.48	3138.32
2.2	4	6	7.2	4	6	5.1	1600.48	3138.32
2.3	5	6	7.3	5	6	6.1	1600.48	3138.32
3.1	4	6	8.1	5	6	7.1	1668.65	3138.32
3.2	4	6	8.2	4	6	8.1	1668.65	3138.32
3.3	4	6	8.3	5	6	9.1	1600.48	3138.32
4.1	4	6	9.1	4	6	10.1	1600.48	3138.32
4.2	4	6	9.2	4	6			
4.3	4	6	9.3	4	6			
5.1	4	6	10.1	4	6			
5.2	4	6	10.2	4	6			
5.3	4	6	10.3	4	6			

En el experimento con los datos dados en la distancia Euclidiana, son claras las diferencias significativas entre ambas configuraciones de búsqueda. En todos los casos, PR-P-I, supera en desempeño a PR-P-A, lo que significa que, integrar en una estrategia de solución las preferencias y la personalidad de un solo individuo, produce soluciones de mejor calidad. En la Tabla 46, se muestran los resultados de la experimentación con la distancia Euclidiana.

Tabla 47. Pruebas estadísticas de PR-P-I y PR-P-A de la dist. Euclidiana.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
7.5188	0.0061	H_0 rechazada	5.5	PR-P-I	PR-P-I vs PR-P-A	3.7796	0.00016	H_0 rechazada
			15.5	PR-P-A				

El mismo caso sucede con la experimentación hecha con los datos de la estrategia de fallos, entregando un resultado similar a lo observado con la distancia Euclidiana. En esta experimentación, también es posible observar de manera contundente que PR-P-I, produce mejores resultados en comparación con PR-P-A. En la Tabla 47, se muestran los resultados de la experimentación con los datos de la estrategia por fallos.

Tabla 48. Pruebas estadísticas de PR-P-I y PR-P-A de la est. de fallos.

Friedman Alineado (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (PR-P-I como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
22.5062	0	H_0 rechazada	15.5	PR-P-I	PR-P-I vs PR-P-A	6.6529	0	H_0 rechazada
			45.5	PR-P-A				

En este análisis, fue posible concluir que, integrar la información, tanto de preferencias, como de la personalidad de un solo individuo, produce resultados más cercanos con respecto a una referencia u objetivo, que en este caso, se trata de una lista de compras inicial.

Lo observado a través de estos 5 experimentos, ha demostrado que la personalidad real o la personalidad obtenida a través del modelo MPBCD, tiene un impacto importante en las preferencias de un decisor al ser integrada en sinergia con información preferencial en el SRPSD utilizando la estrategia NOSGA-II. El caso de la búsqueda amplia o preferencias compuestas por individuos que pertenecen a un grupo semejante de personalidad, aún requiere de más investigación, ya que la experimentación presentada en este Capítulo sobre dicha búsqueda, permite observar que sus resultados no ofrecen el desempeño esperado por causas no analizadas o investigadas.

6.6 Análisis del comportamiento

El objetivo de este experimento, consiste en demostrar que una personalidad relajada tiene mejor desempeño en sus decisiones o soluciones en comparación con una personalidad más estricta. Este planteamiento se centra en la amplia apertura o tolerancia que un individuo de comportamiento más relajado ofrece en situaciones que involucran tomar decisiones. Este comportamiento puede abrir más las posibilidades de considerar opciones no contempladas o un tanto diferentes a su preferencia, debido a su alto nivel de tolerancia. Dichas opciones pueden ser parte de la solución, con altas probabilidades de producir un mayor desempeño o calidad de la misma. Por otra parte, se estima que un comportamiento estricto tiende a limitar su círculo de preferencia debido a su bajo nivel de tolerancia, ignorando quizás nuevas opciones. Esto último puede elevar las probabilidades de generar un desempeño no tan óptimo.

En este experimento, se realiza un contraste entre 1 individuo perteneciente a cada uno de los 4 perfiles de decisión obtenidos por el MPBCD (Optimista/Relajado, Colaborativo, Indagador y Estricto) para determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Además de los 4 individuos de cada perfil de decisión, para este experimento se han propuesto 4 listas de compras iniciales distintas, con las cuales, será generada una simulación de compra por cada uno de los individuos, utilizando una lista por simulación. En la Tabla 48, se muestran las listas de compras iniciales. Las listas iniciales fueron propuestas en base al presupuesto de cada individuo, el cual, es de MX\$100.00, según lo reportado por ellos a través de la recopilación de información.

Tabla 49. Listas iniciales utilizadas en la experimentación.

# Lista de compras	Producto	Precio	Popularidad	Contenido	Cantidad
1	Agua natural	5.80	4	600	2
	Café soluble	38.00	3	180	1
	Pan dulce	9.90	5	62	1
2	Leche	18.90	4	1000	1
	Café soluble	41.00	4	180	1
	Pan dulce	13.90	5	125	1
3	Leche	21	3	1000	1
	Pan integral	29.50	5	480	1
	Pan dulce	31.90	5	330	1
4	Leche	28.30	5	1500	1
	Café soluble	62.00	5	120	1
	Agua natural	6.00	4	500	1

En este contraste, nuevamente se ha recurrido a la aplicación de pruebas no paramétricas a través de la plataforma STAC. Para este caso, las pruebas aplicadas son: prueba de Friedman y prueba post-hoc de Finner. La configuración para llevar a cabo este análisis, consiste en comparar múltiples grupos de 1 vs todos, utilizando como método de control el perfil O (Optimista/relajado), además, también será aplicada la comparación de múltiples grupos de todos vs todos, para reconocer mayores diferencias. El nivel de significancia empleado es de 0.05. Este experimento sólo será realizado bajo la configuración de búsqueda PR-P-I, la cual, es la configuración de interés en esta tesis de investigación, además de ser el mejor evaluado en su desempeño a través de los experimentos anteriores. El algoritmo utilizado para la integración de los parámetros de influencia en esta configuración de búsqueda, es el algoritmo NOSGA-II.

Los valores sometidos a la experimentación bajo las condiciones de estas pruebas estadísticas, corresponden a los resultados obtenidos de aplicar las 2 métricas de desempeño en los resultados de cada simulación de compra generada por la arquitectura del AVI. En la Tabla 49, se presentan los valores calculados por las métricas de desempeño utilizando los resultados de cada simulación de compra. Las columnas en dicha tabla, corresponde a la inicial de cada perfil de decisión (Optimista, Colaborativo, Indagador, Estricto). Los resultados de cada simulación que sirvieron como base para el cálculo de las métricas de la Tabla 53, pueden ser consultados en el Anexo G.

Tabla 50. Resultados de las métricas de desempeño por cada simulación.

Distancia Euclidiana					Justificación por fallos				
# Lista de compras/simulación	O	C	I	E	# Lista de compras/simulación	O	C	I	E
1	1600.48	3638.28	3100.33	3538.23	1	4	6	6	8
2	1437.18	1437.18	1437.18	102.64	2	0	0	3	4
3	932.13	1570.08	1570.08	1570.08	3	0	2	7	8
4	2060.01	6060.01	4660.02	2585.00	4	1	6	11	8

Al realizar el análisis estadístico con los datos de la distancia Euclidiana, puede observarse que al utilizar a los individuos Optimistas/Relajados (columna O) como método de control (con la configuración múltiples grupos 1 vs todos en STAC Web Platform), el resultado de la prueba post-hoc revela que no existen diferencias significativas entre las soluciones pertenecientes a los individuos, es decir, que todos tienen el mismo desempeño o comportamiento en las decisiones. Sin embargo, la prueba de rangos de Friedman posiciona a los individuos Optimistas/Relajados como el que mejor se desempeña, seguido de los individuos Estricto, Indagador y Cooperativo. Esto mismo fue replicado utilizando la configuración de múltiples grupos todos vs todos, y el resultado obtenido por esta prueba, fue exactamente el mismo que en la anterior. En la Tabla 50, se muestran los resultados descritos con esta prueba estadística empleando la configuración múltiples grupos 1 vs todos, utilizando la columna O como método de control.

Tabla 51. Resultados de las pruebas estadísticas con la distancia Euclidiana.

Friedman (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (O como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
2.21739	0.1555	H_0 aceptada	1.50	O	O vs C	2.1908	0.08297	H_0 aceptada
			2.25	E	O vs I	1.3693	0.2450	H_0 aceptada
			2.75	I	O vs E	0.8215	0.4113	H_0 aceptada
			3.50	C				

Los resultados de las pruebas estadísticas con los datos de la estrategia por fallos, difieren de los resultados obtenidos con la distancia Euclidiana. En este nuevo experimento, se observa que, los individuos Optimistas/Relajados, presentan diferencias significativas con los individuos Estrictos e Indagadores, únicamente igualando en características con los individuos Cooperativos. La prueba de rangos de Friedman posiciona al individuo

Optimistas/relajados como el que produce soluciones con un mejor desempeño, seguido del Colaborativo, Indagador y Estricto. En la Tabla 51, se encuentran los resultados de las pruebas no paramétricas realizadas con los datos de la estrategia por fallos, utilizando una configuración con múltiples grupos de 1 vs todos.

Tabla 52. Resultados de las pruebas estadísticas con la estrategia por fallos.

Friedman (N.S. 0.05)			Ranking		Post-hoc (O como método de control)			
Est.	p-val.	Res.	Rank	Alg.	Comp.	Est.	p-val. ajust.	Res.
13.55172	0.00110	H_0 rechazada	1.12	O	O vs E	2.8755	0.01205	H_0 rechazada
			2.0	C	O vs I	2.1908	0.04238	H_0 rechazada
			3.12	I	O vs C	0.9585	0.33780	H_0 aceptada
			3.75	E				

El resultado obtenido de las pruebas estadísticas aplicadas a la estrategia de fallos, cumplen con el objetivo planteado en esta Sección. Se logró comprobar que una personalidad más relajada, tiene mayores posibilidades de ofrecer soluciones de calidad por su alta tolerancia, con respecto a una personalidad estricta. En la Tabla 52, se muestra la tolerancia e intensidad de cada uno de los individuos sometidos a estudio en esta Sección, en donde, puede apreciarse que, el individuo Optimista/Relajado es quien cuenta con una mayor tolerancia.

Tabla 53. Intensidad y tolerancia de los individuos bajo estudio (Optimista, Colaborativo, Indagador, Estricto).

	Γ	φ
Optimista	49%	93%
Colaborativo	67%	58%
Indagador	38%	29%
Estricto	46%	5%

A pesar de que el CR proporcionado por el individuo Estricto cuenta con mayor información preferencial que el individuo Indagador, este último tiene un mejor desempeño

en sus soluciones debido a su amplio margen de tolerancia y apertura con respecto al Estricto. Esto de acuerdo a las pruebas presentadas en la Tabla 51.

En la Tabla 53, se presentan los resultados de las simulaciones de compra desde otra perspectiva, permitiendo ver la manera en que cada individuo construyó sus soluciones o canastas en cada simulación, agregando productos y en ocasiones, más de una opción de canasta (canastas recomendadas).

Tabla 54. Canastas de compras vistas por el número de productos y recomendaciones.

#Lista de compras/ simul.	Optimista		Colaborativo		Indagador		Estricto	
	Prod. en can.	Can. recom.	Prod. en can.	Can. recom.	Prod. en can.	Can. recom.	Prod. en can.	Can. recom.
1	5	1	5	1	5	1	4	1
2	4	1	4	1	4	2	3	1
3	4 a 5	3	4	1	4	1	4	1
4	5	1	6	1	6	1	4	1

En el caso del individuo Estricto, se evidencia que es quien menos productos incluyó a sus respectivas canastas de compras por cada simulación, demostrando una vez más su falta de flexibilidad o tolerancia hacia productos diferentes a su preferencia. Los demás individuos, han incluido mayor cantidad de productos y más de una alternativa de canasta. Por ejemplo, el individuo Indagador, logró proponer o recomendar 2 canastas, mientras que el individuo Optimista propuso 3, siendo el que más canastas recomendadas logró construir. Cabe mencionar que, el individuo Cooperativo fue el único que consiguió activar la estrategia de sugerencias (vista en la Sección 4.4) durante las 4 simulaciones, debido a su apertura alta (Openness) y bajo neuroticismo (Neuroticism) (conceptos vistos en la Sección 3.1), aunque dicho producto no pudo ser incluido en ninguna canasta por falta de presupuesto.

Estos comportamientos son los esperados en este trabajo de investigación de tesis, dejando en claro que es posible emular la personalidad de los individuos a través de un

modelo computable e influenciar sus preferencias con la personalidad bajo contextos decisionales.

6.7 Interfaz gráfica del AVI

En esta Sección, se presenta de manera breve la idea general de la interfaz gráfica del AVI. Esta interfaz incorpora el proceso básico de compras de manera demostrativa. El AVI presenta diálogos reducidos, sin embargo, se pretende desarrollar a futuro el análisis y la investigación para la aplicación de contenido verbal más amplio, y el uso de los parámetros de la personalidad para influenciar las expresiones emocionales faciales del AVI y la selección de sus frases. La retroalimentación de preferencias, es otro de los trabajos que han quedado pendientes de su investigación.

La parte inicial del proceso básico de compras entre la interacción cliente-AVI, es a través del ingreso al sistema para comenzar a comprar. Esto se realiza sólo ingresando su número de registro con el que está dado de alta en el sistema. Se hace la suposición de que los datos de los cuestionarios ya fueron respondidos físicamente a través de una sucursal de la tienda. En la figura 8, se muestra la pantalla de ingreso al sistema con la asistente de ventas del sitio web llamada Kathia.



Figura 8. Interfaz de la página de acceso o *Log In* al sitio de compras en línea.

Al acceder al sitio web, la asistente Kathia pide al cliente que seleccione los productos

de su preferencia para crear su lista de compras inicial. Esta lista servirá como referencia para guiar la búsqueda de productos similares a los de su lista de compras, con el propósito de sugerir o sustituir productos afines a su preferencia, evitando inconvenientes por productos faltantes en el pedido. En la figura 9, se presenta el proceso de selección de los productos de la lista inicial, en donde, han sido numeradas las listas y tabla correspondientes con respecto a su orden de selección. La primera lista de opciones, se encarga de proveer la categoría de productos. En este caso de estudio, únicamente se abordaron Bebidas y Panificados, por lo que las demás categorías aparecen deshabilitadas. En la segunda lista, se muestran los productos que pertenecen a la categoría seleccionada previamente. La tabla del paso 3, muestra los atributos del producto seleccionado en la segunda lista, y es posible añadirlo a la lista de compra inicial, mostrándose su status de contenido en la parte derecha. Además, es posible elegir el máximo de canastas recomendadas que se desean obtener del proceso de emulación. Es importante recordar que el número de recomendaciones de canastas reales generadas es variable, es decir, no siempre se obtendrán las canastas máximas recomendadas, ya que el número de canastas depende de la información de preferencias y de la personalidad del cliente. Una vez terminada la selección de productos de la lista de compras inicial, se procede a continuar con la compra (proceso de emulación con el MPBCD y el SRPSD).



Figura 9. Interfaz del proceso de selección de productos de la lista de compras inicial.

Finalmente, el resultado del proceso de emulación de la personalidad y preferencias del cliente es presentado al decisor real (o cliente) con el propósito de conocer su aprobación.

En la figura 10, se presentan las canastas recomendadas obtenidas del proceso de emulación y validación de la arquitectura del AVI. En esta parte del procedimiento, el cliente decide cuál de las canastas se ajusta más a su preferencia, según lo deseado en su lista de compras inicial. Al aceptar una de ellas, la compra podrá continuar en otros procedimientos no abordados por el momento (maneras de pago, selección de paquetería de envío, etc.).

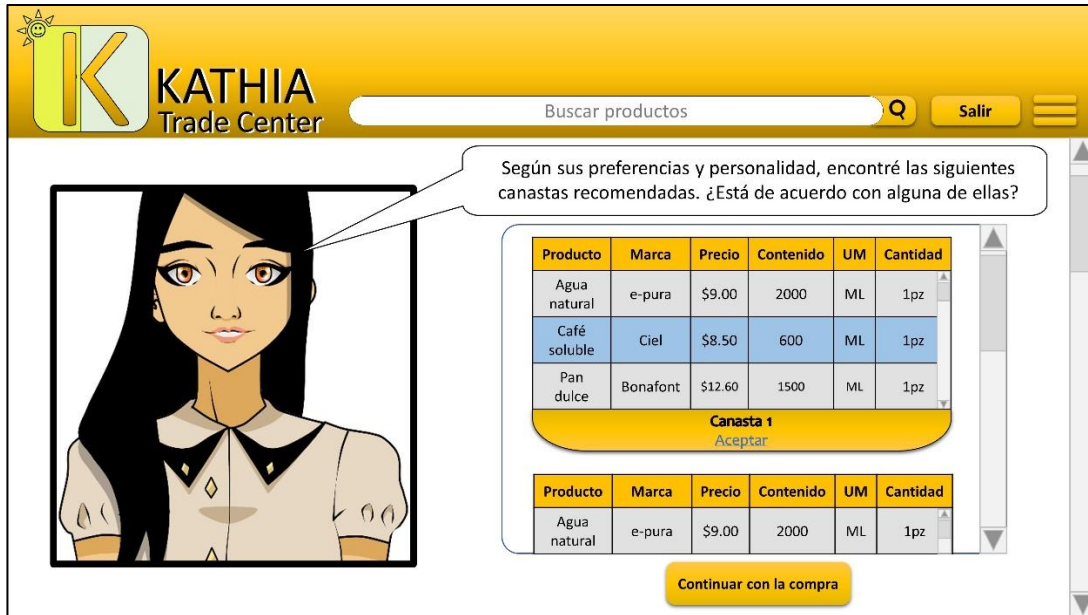


Figura 10. Canastas recomendadas con productos similares a la lista de compras.

Los diálogos mostrados en las figuras anteriores, son demasiado básicos y poco orientativos. Se pretende llegar a desarrollar diálogos más complejos e interacción textual con el cliente (como un chat bot). Estos diálogos serán seleccionados dependiendo del estado emocional del individuo al que se está emulando. El estado emocional puede definirse a través de los valores de los rasgos de OCEAN, (en particular, del rasgo Neuroticismo) y del temperamento dado por el perfil KTS. De esta manera, será posible elegir una expresión facial que refleje las emociones del individuo, así como la elección de los diálogos, guiando más el proceso. Con esto, es posible que surjan más aspectos de la personalidad que puedan afectar el proceso de toma de decisiones.

Capítulo 7

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

7.1 Conclusiones

En este trabajo de investigación, se llevó a cabo el desarrollo de una arquitectura de AVI para el apoyo a la solución de incorporación de preferencias influenciadas por la personalidad. Esta arquitectura fue diseñada de acuerdo a la teoría de agentes, tomando como base una arquitectura deliberativa BDI, cuyo propósito se ajusta a las características buscadas en este proyecto de tesis, destacando principalmente su nivel de procesamiento o grado de inteligencia, y la capacidad de representación de las estructuras simbólicas del mundo real. Esta arquitectura es una representación de un agente social e intencional, debido a su relación sobre otros tipos de agentes, que, para este caso, dichos agentes son los individuos o decisores reales con los que interactúa. El medio para ejercer este tipo de razonamiento e interacción social, se realiza a través de un caso de estudio basado en un contexto de decisión, en el que intervienen principalmente, la personalidad y las preferencias de los individuos como los elementos clave para la toma de decisiones que implican su solución.

El caso de estudio seleccionado para validar el funcionamiento de la arquitectura, fue ubicado en un súper mercado de compras en línea. En este escenario, la selección o compra de los productos, se basa en las preferencias particulares de los clientes para tomar dicha decisión. Esta particularidad de las preferencias a las que se hace referencia, se derivada de la personalidad. La personalidad, es la responsable de proporcionar unicidad en el comportamiento de los individuos, e influir de manera importante en sus decisiones, y cuyo impacto se manifiesta dentro del entorno de decisión.

Fue integrado en la arquitectura del AVI un modelo de personalidad propuesto en esta tesis de investigación (el MPBCD), que proporciona al SRPSD los parámetros de influencia representativos de la personalidad y preferencias de un individuo en particular, devolviendo como consecuencia, soluciones apegadas a la preferencia e influencia de la personalidad del cliente.

El MPBCD, fue desarrollado para ser capaz de influir en las preferencias a través de parámetros representativos del comportamiento de los individuos en ambientes de decisión. El núcleo del MPBCD, se compone por 3 de los modelos de personalidad más recurrentes en la literatura, con los cuales, fue posible modelar la personalidad. Estos modelos son: MBTI-KST y OCEAN. Estos modelos proporcionaron los elementos suficientes de la personalidad para generar dichos parámetros del comportamiento del MPBCD.

Los parámetros del comportamiento del MPBCD, proporcionan una medida de intensidad y tolerancia de la personalidad que caracteriza la firmeza o la suavidad de las decisiones de los individuos. Estos parámetros del comportamiento, conforman la base para proporcionar los parámetros de influencia del MPBCD, en conjunto con la información preferencial del cliente (CR de productos de interés de compra obtenidos por el cuestionario de elección y comparación de productos propuesto en esta investigación de tesis). La inferencia de los parámetros de influencia, se llevó a cabo en el modelo de impacto preferencial del MPBCD. Estos parámetros, corresponden a los umbrales de indiferencia, preferencia, veto, lambda, etc., los cuales, son integrados por la estrategia NOSGA-II y proporcionados al SRPSD para resolver el caso de estudio, y posteriormente medir la calidad de las soluciones utilizando métricas de desempeño que ayuden a evidenciar el impacto de la personalidad y el comportamiento.

En el proceso de experimentación y análisis, fueron utilizadas 2 métricas para medir el desempeño y la calidad de las soluciones obtenidas del proceso del SRPSD integrado en la arquitectura del AVI, las cuales son: la distancia Euclidiana y la estrategia de justificación por fallos. De estas 2 métricas, se hace énfasis en la estrategia de justificación por fallos, debido a que fue propuesta en esta investigación de tesis, y contribuyó a confirmar el buen desempeño y la calidad de las soluciones a lo largo de la experimentación, coincidiendo en la mayor parte de ellos con los resultados aportados por la distancia Euclidiana. La estrategia de justificación por fallos, fue propuesta y modelada en base a la tolerancia de la personalidad de los individuos, permitiendo reconocer de esta manera, si un objetivo se encuentra muy lejos de lo ideal o preferido.

Los valores producidos por ambas métricas, fueron sometidos a pruebas estadísticas no paramétricas que permitieron confirmar las hipótesis planteadas en esta tesis de investigación, sobre la posibilidad de emular la personalidad a través de un modelo

computable e influir en las preferencias de los individuos. A través de la experimentación, fue posible comprobar que, un proceso guiado por la personalidad, tiene un mayor impacto o beneficio en el proceso de construcción de soluciones, en comparación con estrategias que no incorporan preferencias, o que incorporan preferencias derivadas de la personalidad de forma a-priori sin intervenir durante el proceso de construcción de soluciones.

Fue posible sustentar a través de la experimentación, las teorías de la personalidad establecidas en el MPBCD basadas en la tolerancia, donde, un individuo Optimista/Relajado tiende a ser más flexible o tolerante ante soluciones no premeditadas inicialmente, generando como consecuencia, mejor desempeño o satisfacción de las soluciones con respecto a un individuo Estricto que se aferra a soluciones u opciones de mayor semejanza a sus preferencias.

Los resultados de los análisis de experimentación, demuestran que es posible emular el comportamiento de un tomador de decisiones e integrarlo en un contexto de decisión bajo el esquema de un agente virtual. Esto resalta las grandes probabilidades de aplicación de este trabajo en múltiples contextos de estudio.

7.2 Principales contribuciones

En esta Sección, se presentan a manera de listado, las principales contribuciones desarrolladas en el proceso de investigación de esta tesis.

- Desarrollo de una arquitectura de un AVI para el apoyo a la solución de incorporación de preferencias influenciadas por la personalidad a través del SRPSD y MPBCD.
- Desarrollo de un modelo de personalidad propuesto (denominado MPBCD) basado en los modelos de personalidad más recurrentes de la literatura, capaz de generar parámetros del comportamiento e influencia de la personalidad de los decisores bajo contextos de decisión.
- Desarrollo de un modelo de impacto preferencial para la inferencia de los parámetros de influencia del MPBCD sobre las preferencias de un decisor.
- Desarrollo de una métrica de desempeño basada en la tolerancia de la personalidad, con el propósito de validar la calidad de las soluciones formadas a partir de la

influencia del MPBCD sobre las preferencias.

- Implementación de prototipos de funcionamiento de la arquitectura del AVI y los modelos MPBCD y SRPSP mediante el lenguaje de programación Java.
- Diseño e implementación de un cuestionario de elección y comparación de productos para la recopilación de las preferencias de un decisor, basado en el contexto del caso de estudio del súper mercado.

7.3 Trabajos futuros

A partir del presente trabajo surgen las siguientes preguntas de investigación:

- ¿cuáles son las causas que provocan una diferencia significativa en la aplicación del modelo de impacto en presencia de información preferencial directa vs indirecta?
- ¿cómo afectarían las preferencias otros aspectos de la personalidad además de la actitud o intensidad y tolerancia?

Por otro lado, del presente trabajo se derivan de manera directa nuevas líneas de investigación, quedando como trabajos futuros, las cuales se resumen a continuación:

- Desarrollar un análisis comparativo entre la arquitectura propuesta en esta tesis y enfoques similares que ajustan parámetros en modelos de preferencia, p.e. los Métodos de Desagregación de Preferencias (o PDA por su definición en inglés *Preference Disaggregation Analysis*, véase Cruz-Reyes et al., 2017).
- Desarrollar un AVI que incorpore como modelo cognitivo una implementación de la arquitectura propuesta en un caso de estudio particular.
- Incorporar dinamismo dentro de la arquitectura de tal manera que se pueda retroalimentar la información preferencial a partir de la interacción entre un AVI y el usuario.

GLOSARIO

Agente sociable. Capacidad de interactuar con otros agentes en el orden para satisfacer los objetivos para los cuales fueron diseñados.

AVI. Agente Virtual Inteligente.

BDI. Arquitectura deliberativa que integra Creencias, Deseos e Intenciones (Beliefs-Desires-Intentions).

CPP. Cartera de Proyectos Públicos.

CR. (Conjunto de referencia) Contiene la información de preferencias de un decisor, y se obtiene a través de un cuestionario propuesto en esta tesis de investigación (puede consultarse en el Anexo D).

Deliberación. Considerar atenta y definidamente el pro y el contra de los motivos de una decisión, antes de adoptarla, y la razón o sinrazón de los votos antes de emitirlos.

La deliberación en los agentes inteligentes se presenta a través de la arquitectura deliberativa, la cual posee un conjunto de creencias, deseos e intenciones, que a su vez se compone por los tipos de agente intencionales y sociales.

DM. Decision Maker (tomador de decisiones).

ELECTRE. Elimination and (et) Choice Translating Algorithm, es el más conocido dentro de los métodos desarrollados para problemas multicriterio y se utiliza como un procedimiento para reducir el tamaño del conjunto de soluciones eficientes basado en los conceptos de concordancia y discordancia y el principio que establece que, a tiene un mejor rendimiento que la alternativa b en la mayoría de los criterios y no hay criterios de tal manera que b sea más fuerte que a , por lo que, a tiene preferencia sobre b .

FFM-OCEAN. El Five-Factor Model, o modelo OCEAN (Openness-Conscientiousness-Extraversion-Agreeableness-Neuroticism), es un modelo de la personalidad basado en rasgos, que cuantifica las debilidades y fortalezas de los mismo a través de cuestionarios.

KTS. Keirsey Temperament Sorted, o Modelo de los Temperamentos de Keirsey, es un modelo basado en los enfoques dicotómicos y tipos de personalidad de MBTI, que asigna temperamentos y roles a la personalidad.

Lexicográfico. Trata un criterio a la vez, tomándolos en un orden de prioridad dado por el decisor.

MBTI. Myers-Briggs Type Indicator, es un modelo de personalidad basado en tipos de personalidad a través de enfoques dicotómicos de actitud.

MPBCD. Modelo de personalidad Bajo un Contexto de Decisión.

NOSGA-II. Non-Outranking Sorting Genetic Algorithm, es una estrategia que considera las preferencias de los decisores utilizando un Sistema Relacional de Preferencias de Superación Difusa basado en el pensamiento multicriterio.

NSGA-II. Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm, es una estrategia de solución multiobjetivo basado en la dominancia, y encontrar las soluciones a través del frente de Pareto. Esta estrategia no aborda la optimización multicriterio.

Proactividad. Muestra de razonamiento o iniciativa propia frente a situaciones que requieren tomar una decisión para satisfacer los objetivos para los cuales fueron diseñados.

Reactividad. Capacidad de los agentes de demostrar un comportamiento de reacción ante situaciones que satisfagan sus metas.

SRPSD. Sistema de Relacional de Preferencias de Superación Difusa.

Superación (Outranking). Identifica si las alternativas candidatas son preferibles, incomparables o indiferentes a las otras sobre los criterios. Los métodos de superación son útiles en alternativas con muchos criterios y pueden modelar conocimiento imperfecto de los datos teniendo en cuenta los umbrales de indiferencia y preferencia. Algunos métodos de superación conocidos son, ELECTRE y PROMETHEE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahrndt, S., Fähndrich, J., & 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* (pp. 1–16).

Allmendinger, R., Li, X., & Branke, J. (2008). Reference point-based particle swarm optimization using a steady-state approach (pp. 200–209). Presented at the Simulated Evolution and Learning: 7th International Conference, SEAL 2008, Melbourne, Australia. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89694-4_21

Armstrong, W. E. (1948). Uncertainty and utility function, 58, 1–10. <https://doi.org/10.2307/2226342>

Bailenson, J. N., & Blascovich, J. (2004). *Bailenson & Blascovich (2004). Avatars. Encyclopedia of Human-Computer Interaction, Berkshire Publishing Group: 64-68.* (W. S. Bainbridge). Great Barrington, MA: Berkshire: Encyclopedia of Human-Computer Interaction.

Balderas-Jaramillo, F. A. (2012). *Sistema de Apoyo a la Decisión para la Selección de Cartera de Proyectos en Organizaciones Públicas* (Master thesis). Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Cd. Madero, Tamaulipas, México.

Bastiani-Medina, S. (2017). *Solución de Problemas de Cartera de Proyectos Públicos a partir de Información del Ranking de Prioridades* (Doctoral thesis). Tecnológico Nacional de México, Tijuana, Baja California, México.

Bates, J. (1994). The role of Emotion in Believable Agents, 37(7), 122–125. <https://doi.org/10.1145/176789.176803>

Battiti, R., & Passerini, A. (2010). Brain–Computer Evolutionary Multiobjective Optimization: A Genetic Algorithm Adapting to the Decision Maker. *IEEE Transactions*, 14(5), 671–687. <https://doi.org/10.1109/TEVC.2010.2058118>

Bechikh, S. (2013). *Incorporating Decision Maker's Preference Information in Evolutionary Multi-objective Optimization* (PhD thesis). University of Tunis, Tunis, Tunisia.

Branke, J., & Deb, K. (2005). Integrating User Preferences into Evolutionary Multi-Objective Optimization. In *Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation. Studies in Fuzziness and Soft Computing* (Jin Y. (eds), Vol. 167, pp. 461–477). Springer, Berlin, Heidelberg. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-540-44511-1_21

Branke, J., Kaußler, T., & Schmeck, H. (2001). Guidance in Evolutionary Multi-Objective Optimization. *Advances in Engineering Software*, 32(6), 499–507.

Brans, J. P., & Mareschal, B. (2005). Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys chapter PROMETHEE Methods. *Springer-Verlag*, 5, 163–190.

Bratman, M. E., Israel, D. J., & Pollack, M. E. (1988). Plans and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, 4(3), 349–355.

Buisine, S. (2004). Evaluation des Agents Conversationnels Animés. Exposé aux Journées du GT ACA (Groupe de Travail sur les Agents Conversationnels Animés).

Buisine, S., & Martin, J.-C. (2009). The Influence Of User’s Personality and Gender on the Processing of Virtual Agents’ Multimodal Behavior. *Alexandra M. Columbus*, 65.

Capurso, E., & Tsoukiàs, A. (2003). Decision aiding and psychotherapy, (8).

Carazo, A. F., Gómez, T., Molina, J., Hernández-Díaz, A. G., Guerrero, F. M., & Caballero, R. (2010). Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. *Computers & Operations Research*, 37, 630–639.

Cassell, J., Bickmore, T., Campbell, L., Chang, K., Vilhjálmsón, H., & Yan, H. (1999). Requirements for an Architecture for Embodied Conversational Characters. *Springer, Vienna*, 109–120.

Cattell, H. E. P., & Mead, A. D. (2008). The Sixteen Personality Factor Questionnaire. In *The Sage Handbook of Personality Theory and Assessment* (Vol. 2, pp. 135–159). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.4135/9781849200479.n7>

Cattell, R. (1950). *Personality a systematic theoretical and factual study* (1st ed.). New York: McGraw-Hill.

Coello-Coello, C. A., Lamont, G. B., & Van-Veldhuizen, D. A. (2007). *Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems* (2a ed, Vol. 5). New York, USA: Springer Science+Business Media, LLC.

Coombs, C. H., & Smith, J. E. K. (1973). On the detection of structures in attitudes and development processes, 80(5), 337–351.

Cooper, T. B., & Kingston, J. H. (1995). The Complexity of Timetable Construction Problems. *Springer-Verlag*, 283–295.

Cruz-Reyes, L., Fernández, E., Gómez, C. G., & Rivera-Zárate, G. (2013). Multicriteria selection of interdependent projects with ‘a priori’ incorporation of decision maker preferences. In *Eureka-2013. Fourth International Workshop Proceedings*. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/.2013.21>

Cruz-Reyes, L., Fernández, E., Gómez, C. G., Rivera-Zárate, G., & Pérez, F. (2014). Many-Objective Portfolio Optimization of Interdependent Projects with ‘a priori’ Incorporation of Decision-Maker Preferences, *8*(4), 1517–1531.

Cruz-Reyes, L., Fernández, E., & Rangel-Valdez, N. (2017). A Metaheuristic Optimization-Based Indirect Elicitation of Preference Parameters for Solving Many-Objective Problems. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, *10*, 56–77.

Cvetković, D., & Parmee, I. C. (2002). Preferences and their Application in Evolutionary Multiobjective Optimisation. *IEEE Transactions*, *6*(1), 42–57. <https://doi.org/10.1109/4235.985691>

Deb, K. (1999). *Multi-Objective Evolutionary Algorithms: Introducing Bias Among Pareto Optimal Solution* (Technical Report No. 99002). Kanpur, India: Kanpur Genetic Algorithms Laboratory (KanGAL).

Deb, K., Agrawal, S., Pratap, A., & Meyarivan, T. (2000). A Fast Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-Objective Optimization: NSGA-II. *Springer, Berlin, Heidelberg, 1917*. https://doi.org/10.1007/3-540-45356-3_83

Deb, K., & Kumar, A. (2007). Interactive evolutionary multi-objective optimization and decision making using reference direction method. In *9th Genetic and Evolutionary Computation Conference* (pp. 781–788). London, England, United Kingdom: ACM, New York, USA. <https://doi.org/10.1145/1276958.1277116>

Deb, K., Sundar, J., Bhaskara, U., & Chaudhuri, S. (2006). Reference point based multiobjective optimization using evolutionary algorithms, *2*(3), 273–286.

Debreu, G. (1959). *Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*. Hohn Wiley and Sons Inc.

Doyle, J. (2004). Prospects for preferences. *Blackwell Publishing*, *20*(2), 111–136.

Egges, A., Kshirsagar, S., & Magnenat-Thalmann, N. (2004). Generic Personality and Emotion Simulation for Conversational Agents, *15*, 1–13. <https://doi.org/10.1002/cav.3>

Eysenck, H. J. (1950). *Dimensions of Personality*. Routledge & Kegan Paul. Retrieved from <https://books.google.com.mx/books?id=yetzYzYI-4C>

Eysenck, H. J., & Eysenck, S. B. G. (1977). *Psychoticism as a dimension of personality*. Crane, Russak. Retrieved from <https://books.google.com.mx/books?id=m8xNAQAIAAJ>

Ferber, J. (1996). Reactive distributed artificial intelligence: Principles and applications. In *Foundations of Distributed Artificial Intelligence* (pp. 287–314). John Wiley & Sons.

- Fernández, E., López, E., Bernal, S., Coello-Coello, C. A., & Navarro, J. (2010). Evolutionary Multiobjective Optimization Using an Outranking-Based Dominance Generalization. *Computers & Operations Research*, *37*, 390–395. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2009.06.004>
- Fernández, E., López, E., López, F., & Coello-Coello, C. A. (2011). 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., & 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., & Vega, I. (2011). 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.
- Fernández, E., & Navarro, J. (2002). A genetic search for exploiting a fuzzy preference model of portfolio problems with public projects. *Annals of Operations Research*, *117*, 191–213.
- Foner, L. N. (1993). *What's an agent, anyway? a sociological case study*. (Technical report).
- Fortemps, P., & Slowinski, R. (2002). A graded quadrivalent logic for ordinal preference modelling: Loyola-like approach, *I(1)*, 93–111.
- García, D. R., Simari, G. R., & García, A. J. (2004). Planificación de agentes BDI. In *VI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/21240>
- García-Sabater, J. P., & Maheut, J. (2016). Modelado y Resolución de Problemas de Organización Industrial mediante Programación Matemática Lineal.
- Gratch, J., Rickel, J., André, E., Bradler, N., Cassell, J., & Petajan, E. (2002). Creating Interactive Virtual Humans: Some Assembly Required *IEEE INTELLIGENT SYSTEMS* *17(4)*: 54-63. *IEEE Intelligent Systems*, *17*, 54–63. <https://doi.org/10.1109/MIS.2002.1024753>
- Haddadi, A., & Sundermeyer, K. (1996). Belief-desire-intention agent architectures. In G. M. P. O'Hare and J. N. R., editors, , pages 1. John Wiley & Sons, 1996. *John Wiley & Sons*, 69–186.
- Herrera-Viedma, E., Herrera, F., & Chiclana, F. (2002). A consensus model for multiperson decision making with different preference structures. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-A*, *32(3)*:394-402, 2002. *IEEE Transactions*, *32(3)*, 394–402.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones* (9a ed). Méxio: McGraw-Hill.

Hurtado, T., & 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. Á. (1998). *Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multiagente* (Doctoral thesis). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Jin, Y., & Sendhoff, B. (2002). Incorporation Of Fuzzy Preferences into Evolutionary Multiobjective Optimization. In *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference* (pp. 9–13). New York, USA.

Jordan Salvit, & Elizabeth Sklar. (2012). Modulating Agent Behavior using Human Personality Type. Presented at the Workshop on Human-Agent Interaction Design and Models (HAIDM) at Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS).

Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgement under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press.

Keirse, D. (1998). *Please Understand Me 2: Temperament Character Intelligence* (First Edition). USA: Prometheus Nemesis Book Company.

Kshirsagar, S., & Magnenat-Thalmann, N. (2002). A Multilayer Personality Model. In *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/569005.569021>

Liao, H., & Xu, Z. (2014). Multi-criteria Decision Making with Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27, 1703–1717. <https://doi.org/10.3233/IFS-141137>

Lind, G. (1984). Dynamic-Structural Attitude Unit: Concept and Measurement.

Macías-Escobar, T. E. (2016). *Desarrollo De Esquemas De Argumentación Para Sistemas de Recomendación en Toma de Decisiones* (Master thesis). Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Cd. Madero, Tamaulipas, México.

Maes, P. (1991). The agent network architecture (ANA). *Acm Sigart Bulletin*, 2(4), 115–120.

Malatesta, L., Caridakis, G., Raouzaïou, A., & Karpouzis, K. (2007). Agent Personality Traits in Virtual Environments Based on Appraisal Theory Predictions, 7, 1621–1630.

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., & John, O. (1992). An introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality*, 60, 175–215. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x>
- Molina, J., Santana, L. V., Hernández-Díaz, A. G., Coello-Coello, C. A., & Caballero, R. (2009). G-dominance: Reference point based dominance for Multiobjective Metaheuristics, *197(2)*, 685–692.
- Morales-Rodríguez, M. L. (2007). *Modèle d'Interaction Sociale pour des Agents Conversationnels Animés Application à la Rééducation de Patients Cérébro-lésés* (Tesis doctoral). Universidad de Toulouse III: Paul Sabatier, Toulouse, Francia.
- Moulin, B., & Chaib-draa, B. (1996). An Overview of Distributed Artificial Intelligence. In *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*.
- Nurmi, H. (1988). Assumptions of Individual Preferences in the Theory of Voting Procedures. In *Non conventional Preference Relations in Decision Making* (J. Kacprzyk and M. Roubens, Eds). 142-155: Springer-Verlag.
- Ortony, A. (2003). On Making Believable Emotional Agents Believable. In *Emotions in Humans and Artifacts, Chapter: 6* (pp. 189–211). The MIT Press.
- Öztürk, M., Tsoukiàs, A., & Vincke, P. (2003). *Preference Modelling* (Technical report) (p. 46). DIMACS.
- Paranagama, P., Burstein, F., & Arnott, D. (1997). Modelling the Personality of Decision Makers for Active Decision Support. *User Modeling: Proceedings of the Sixth International Conference UM97 Chia Laguna, Sardinia, Italy*, 79–81. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-2670-7_10
- Pérez-Pinillos, D., Fernández, S., & Borrajo, D. (2013). Modeling Motivations, Personality Traits and Emotional States in Deliberative Agents Based on Automated Planning. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 271, pp. 146–160). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29966-7_10
- Perny, P., & Tsoukiàs, A. (1998). On the continuous extension of a four Valued logic for preference modelling, 302–309.
- Picard, R. W. (1997). *Affective Computing*. MA, MIT Press. Cambridge: M.I.T Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No. 321.
- Pigott, J. C. (2012). Personality preferences.

Polaino-Lorente, A., Cabanyes-Truffino, J., & Pozo-Armentia, A. del. (2003). *Fundamentos de Psicología de la Personalidad* (2nd ed). Rialp Editions.

Psychometric Test. (2018). Psychometric Tests. Open Psychometric Test Resource [Psychometric Tests]. Retrieved from <https://www.psychometrictest.org.uk/ipip-neo/>

Ramos, A., Sánchez, P., Ferrer, J. M., Barquín, J., & Linares, P. (2010). Modelos Matemáticos de Optimización. Retrieved from https://www.doi.icaei.upcomillas.es/intro_simio.htm

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). Tijuana, Baja California, México.

Rizzo, P., Veloso, M. M., Miceli, M., & Cesta, A. (1999). Goal-Based Personalities and Social Behaviors in Believable Agents. *Taylor & Francis*, 13, 239–271. <https://doi.org/10.1080/088395199117414>

Rodríguez-Fdez, I., Canosa, A., Mucientes, M., & Bugar, A. (2015). STAC: a web platform for the comparison of algorithms using statistical tests. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*.

Romero, C. (1996). *Análisis de las decisiones multicriterio* (1era ed). Madrid, España: Gráficas Algorán, S.A.

Roubens, M., & Vincke, P. (1985). Preference Modelling.

Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding* (Vol. 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 thesis). Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

Russell, S. J., Norvig, P., & Davis, E. (2010). *Artificial intelligence: a modern approach* (3rd ed). Upper Saddle River: Prentice Hall.

Sánchez-De La Paz, L. N. (2016). *Desarrollo de un Protocolo de Comunicación para un Framework de Apoyo a la Toma de Decisiones* (Master thesis). Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

Sánchez-Sánchez, P. J. (2007). *Modelos para la Combinación de Preferencias en Toma de*

- Decisiones: *Herramientas y Aplicaciones* (Doctoral thesis). Universidad de Granada, Granada, España.
- Shoham, Y. (1993). Agent-oriented programming. *Elsevier Science Publishers B.V*, 60, 51–92.
- Simon, H. A. (1977). *The New Science of Management Decision* (Re. ed.). Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.
- Singh, N., Genesereth, M., & Syed, M. (1995). A distributed and anonymous knowledge sharing approach to software interoperation, 4, 339–367.
- Soniran-Shofade, O. J. (2011). *Considering hierarchical structure of criteria in ELECTRE decision aiding methods* (Master thesis). Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain.
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones* (7a ed). México: Pearson Prentice Hall.
- Talman, S., Gal, Y., Hadad, M., & Kraus, S. (2005). Adapting to Agents' Personalities in Negotiation. In *Fourth international joint conference on autonomous agents and multiagent systems* (pp. 383–389). Utrecht, Netherlands: ACM. <https://doi.org/10.1145/1082473.1082532>
- Tanino, T. (1990). On Group Decision Making Under Fuzzy Preferences, Kluwer Academic Publishers, 1990. In *Multiperson Decision Making Using Fuzzy Sets and Possibility Theory* (J. Kacprzyk and M. Fedrizzi, Eds, Vol. 18, pp. 172–185). Springer, Dordrecht. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-94-009-2109-2_16
- The-Myers-Briggs-Foundation. (2017). The Myers & Briggs Foundation. Retrieved from <http://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/>
- Turban, E., Aronson, J., & Liang, T.-P. (2007). *Decision Support Systems and Intelligent Systems* (Seventh). New Delhi, India: Prentice-Hall. Retrieved from www.e-ketab.com
- Wagner, T., & Trautmann, H. (2010). Integration of Preferences in Hypervolume-Based Multiobjective Evolutionary Algorithms by Means of Desirability Functions. *IEEE Transactions*, 14(5), 688–701. <https://doi.org/10.1109/TEVC.2010.2058119>
- Winston, W. L. (2005). *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos* (4a ed). México: Thomson.
- Wooldridge, M. J. (2002). *An Introduction to MultiAgent Systems* (2nd ed.). John Wiley & Sons Ltd.
- Zitzler, E., Laumanns, M., & Lothar, T. (2001). *SPEA2: Improving the Strength Pareto*

Evolutionary Algorithm (Technical Report No. 103) (p. 21).

ANEXOS

Anexo A. Tabla de productos del caso del súper mercado

Esta Sección presenta la tabla de productos (dividida en 2 partes) utilizada en el caso de aplicación del súper mercado, la cual consta de 55 variantes de productos y 36 marcas.

Tabla de productos Parte 1

ID_Prod	ID_Clas.	Producto	Precio	Pop. marca	Cont.	Marca
1	1	Agua natural	5.8	4	600	Bonafont
2	1	Agua natural	6	4	1000	Bonafont
3	1	Agua natural	8	4	1500	Bonafont
4	1	Agua natural	12	4	2000	Bonafont
5	1	Agua natural	8.5	4	600	Ciel
6	1	Agua natural	12.6	5	1500	Ciel
7	1	Agua natural	6	4	500	e-pura
8	1	Agua natural	9	4	1500	e-pura
9	1	Agua natural	9	4	2000	e-pura
10	1	Café soluble	38	3	180	Aurrerá
11	1	Café soluble	41	4	180	Los Portales
12	1	Café soluble	63	4	205	Los Portales
13	1	Café soluble	90	5	225	Nescafé
14	1	Café soluble	155.5	5	350	Nescafé
15	1	Café soluble	399	5	1200	Nescafé
16	1	Café soluble	62	5	120	Nescafé
17	1	Refresco de cola	13.1	5	600	Coca-Cola
18	1	Refresco de cola	12	5	355	Coca-Cola lata
19	1	Refresco de cola	29	5	2000	Coca-Cola
20	1	Refresco de cola	30.6	5	2500	Coca-Cola
21	1	Refresco de cola	34.5	5	3000	Coca-Cola
22	1	Refresco de cola	10	4	600	Pepsi-Cola
23	1	Refresco de cola	8	4	355	Pepsi-Cola lata
24	1	Refresco de cola	21.9	4	2000	Pepsi-Cola
25	1	Refresco de cola	24	4	2500	Pepsi-Cola
26	1	Refresco de cola	25	4	3000	Pepsi-Cola
27	1	Leche	19.9	5	1000	Lala
28	1	Leche	18.9	4	1000	Alpura
29	1	Leche	21	3	1000	Santa-Clara
30	1	Leche	28.3	5	1500	Lala
31	1	Malteada	7.2	4	250	Alpura chocolate

Tabla de productos Parte 2

ID_Prod	ID_Clas.	Producto	Precio	Pop. marca	Cont.	Marca
32	1	Malteada	8.5	3	200	Santa-Clara Chocolate
33	1	Malteada	7.2	4	250	Alpura vainilla
34	1	Malteada	21.5	4	1000	Alpura fresa
35	2	Pan integral	29.5	5	480	Bimbo
36	2	Pan integral	34.5	5	680	Bimbo
37	2	Pan integral	30.7	3	567	Wonder
38	2	Pan integral	82	2	540	Fargo
39	2	Pan integral	64	2	450	Fargo
40	2	Pan dulce	32	4	240	Marinela Pingüinos
41	2	Pan dulce	9.9	5	62	Bimbo Nito
42	2	Pan dulce	32.9	4	240	Marinela Chocorroles piña
43	2	Pan dulce	31.9	5	330	Bimbo Rebanadas
44	2	Pan dulce	14	5	200	Bimbo Donas
45	2	Postre	115	3	700	Vips pastel chocolate
46	2	Postre	11	3	114	Nabisco Chips-Ahoy galletas choco
47	2	Postre	24.5	3	324	Nabisco Oreo galletas choco
48	2	Postre	15.4	1	14	Frutilín barra fresa
49	1	Café soluble	47.5	3	180	Legal café
50	1	Leche	50	3	1000	Valley Foods Almendras
51	1	Malteada	50	3	1000	Valley Foods Almendras
52	1	Café soluble	41.9	4	250	Costeñito café
53	1	Pan dulce	13.9	5	125	Bimbo Mantecadas
54	1	Malteada	8.5	3	200	Santa-Clara Fresa
55	2	Pan dulce	6	3	100	Pan de canasta

Anexo C. Cuestionario IPIP-NEO

Esta Sección, presenta el cuestionario IPIP-NEO (dividido en n tablas), encargado de recopilar la información de las fortalezas y debilidades de los rasgos de los individuos de estudio del modelo FFM-OCEAN. La versión de este cuestionario, es la versión reducida de 120 preguntas.

Cuestionario de la personalidad IPIP-NEO (FFM-OCEAN) (Versión corta)

Responda la pregunta marcando con una “x” según el nivel de acuerdo/desacuerdo que considere.

Cuestionario IPIP-NEO Parte 1

		Desacuerdo por completo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	Me preocupo por las cosas.					
2	Hago amigos fácilmente.					
3	Tengo una vívida imaginación.					
4	Confío en los demás.					
5	Completo mis deberes con éxito.					
6	Me molesto con facilidad.					
7	Adoro las fiestas grandes.					
8	Creo en la importancia del arte.					
9	Uso a los demás para mis propios fines.					
10	Me gusta ordenar.					
11	A menudo me siento deprimido.					
12	Tomo el control.					
13	Experimento mis emociones intensamente.					
14	Amo ayudar a los demás.					
15	Cumplo mis promesas					
16	Encuentro difícil acercarme a otros.					
17	Siempre estoy ocupado.					
18	Prefiero la variedad a la rutina.					
19	Amo una buena batalla.					
20	Trabajo duro.					
21	Me agradan los excesos.					
22	Me emociona el amor.					
23	Me encanta leer material desafiante.					
24	Creo que soy mejor que otros.					
25	Siempre estoy preparado.					
26	Me asusto con facilidad.					

Cuestionario IPIP-NEO Parte 2

		Desacuerdo por completo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
27	Irradio alegría.					
28	Tiendo a votar por candidatos políticos liberales.					
29	Simpatizo con las personas sin hogar.					
30	Hago las cosas sin pensar.					
31	Le temo a lo peor.					
32	Me siento cómodo rodeado de gente.					
33	Disfruto de vuelos salvajes de fantasía.					
34	Creo que los demás tienen buenas intenciones.					
35	Soy sobresaliente en lo que hago.					
36	Me irrito con facilidad.					
37	Hablo con muchas personas diferentes en las fiestas.					
38	Veo la belleza en cosas que otros pueden no notar.					
39	Engaño para salir adelante.					
40	A menudo olvido volver a poner las cosas en su lugar.					
41	Me desagradó yo mismo(a).					
42	Trato de guiar a otros.					
43	Siente las emociones de los demás.					
44	Me preocupo por los demás.					
45	Digo la verdad.					
46	Tengo miedo de llamar la atención sobre mí mismo.					
47	Siempre estoy en constante movimiento.					
48	Prefiero seguir con las cosas que conozco.					
49	Le grito a la gente.					
50	Hago más de lo que se espera de mí.					
51	Rara vez me deje llevar o influenciar.					
52	Busco aventuras.					
53	Evito las discusiones filosóficas.					
54	Pienso bien de mí mismo.					
55	Llevo a cabo mis planes.					
56	Me superan o abruma los acontecimientos.					
57	Me divierto mucho.					
58	Creo que no hay absoluto correcto o incorrecto.					
59	Siento simpatía por aquellos que están peor que yo.					

Cuestionario IPIP-NEO Parte 3

		Desacuerdo por completo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
60	Tomo decisiones precipitadas.					
61	Tengo miedo de muchas cosas.					
62	Evito el contacto con los demás.					
63	Amo soñar despierto.					
64	Confío en lo que dice la gente.					
65	Manejo las tareas sin problemas.					
66	Pierdo los estribos.					
67	Prefiero estar solo.					
68	No me gusta la poesía.					
69	Me aprovecho de los demás.					
70	Dejo un desastre en mi habitación.					
71	A menudo me desanimo.					
72	Tomo el control de las cosas.					
73	Rara vez noto mis reacciones emocionales.					
74	Soy indiferente a los sentimientos de los demás.					
75	Rompo las reglas.					
76	Sólo me siento cómodo con amigos.					
77	Hago mucho en mi tiempo libre.					
78	No me gustan los cambios.					
79	Insulto a la gente.					
80	Hago el trabajo suficiente para salir adelante.					
81	Resisto fácilmente las tentaciones.					
82	Disfruto de ser imprudente.					
83	Tengo dificultad para entender ideas abstractas.					
84	Tengo una alta opinión de mí mismo.					
85	Pierdo el tiempo.					
86	Siento que soy incapaz de manejar las cosas.					
87	Amo la Vida.					
88	Tiendo a votar por candidatos políticos conservadores.					
89	No estoy interesado en los problemas de otras personas.					
90	Precipito las cosas.					
91	Me estreso fácilmente.					
92	Mantengo a los demás a distancia.					
93	Me gusta perderme en el pensamiento.					
94	Desconfío en las personas.					
95	Sé cómo hacer las cosas.					
96	No me molesto fácilmente.					

Cuestionario IPIP-NEO Parte 4

		Desacuerdo por completo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
97	Evito las multitudes.					
98	No disfruto yendo a los museos de arte.					
99	Obstruyo los planes de los demás.					
100	Dejo mis pertenencias cerca.					
101	Me siento cómodo conmigo mismo.					
102	Espero a que otros lideren el camino.					
103	No entiendo a las personas que se emocionan.					
104	No me tomo el tiempo para otros.					
105	Rompo mis promesas.					
106	No me molestan las situaciones sociales difíciles.					
107	Me gusta tomarlo con calma.					
108	Estoy apegado a las formas convencionales.					
109	Vuelvo con los demás.					
110	Dedico poco tiempo y esfuerzo a mi trabajo.					
111	Soy capaz de controlar mis antojos.					
112	Actúo salvaje y loco.					
113	No estoy interesado en discusiones teóricas.					
114	Presumo de mis virtudes.					
115	Tengo dificultad para comenzar tareas.					
116	Mantengo la calma bajo presión.					
117	Miro el lado positivo de la vida.					
118	Creo que debemos ser duros con el crimen.					
119	Trato de no pensar en los necesitados.					
120	Actúo sin pensar.					

Anexo D. Cuestionario propuesto de elección y comparación de productos

En esta Sección, se integra el cuestionario propuesto en esta tesis de investigación, encargado de recopilar la información de preferencias de los individuos de estudio bajo el contexto del caso de aplicación del súper mercado.

PARTE 1: Selección de productos para una canasta de súper mercado

a) ¿Cuál de los siguientes tipos de bebidas consume regularmente en su desayuno?

Marque “x” en la(s) bebida(s) de su preferencia, o en el caso de no encontrarlas, indique “Ninguna”.

Bebidas	
<input type="checkbox"/>	Agua natural
<input type="checkbox"/>	Café soluble
<input type="checkbox"/>	Refresco de cola
<input type="checkbox"/>	Leche
<input type="checkbox"/>	Malteada
<input type="checkbox"/>	Ninguna

b) ¿Con cuál de los siguientes tipos de productos acostumbra a acompañar la(s) bebida(s) seleccionadas en la tabla anterior?

Marque “x” en al menos una de las opciones de productos de la siguiente tabla. En caso de no tener preferencia por alguno de los productos listados en la tabla, indíquelo en “Ninguno”.

Panificados	
<input type="checkbox"/>	Pan integral
<input type="checkbox"/>	Pan dulce
<input type="checkbox"/>	Postre
<input type="checkbox"/>	Ninguno

c) ¿Cuál es el presupuesto que invierte con normalidad en su desayuno?

Marque “x” en la celda vacía en el rango que más se ajusta a su presupuesto.

Presupuesto			
<input type="checkbox"/>	Menos de \$20	<input type="checkbox"/>	\$301 a \$400
<input type="checkbox"/>	\$20 a \$100	<input type="checkbox"/>	\$401 a \$500
<input type="checkbox"/>	\$101 a \$200	<input type="checkbox"/>	\$501 a \$600
<input type="checkbox"/>	\$201 a \$300	<input type="checkbox"/>	

d) **Seleccione para cada** elección hecha en las tablas de los incisos a) y b) (agua natural, café soluble, pan dulce, etc.), **3 variantes de los productos de su preferencia** y ordénelos por **grado de importancia**. Especifique su valor en la primera columna de cada tabla. Considere que: **1** es el grado de **mayor preferencia**, y **3**, el de **menor grado**. En caso de no encontrar listado el producto de su preferencia, especifíquelo en las celdas vacías no olvidando indicar su grado de preferencia.

BEBIDAS											
Agua natural			Café soluble			Refresco de cola					
Marca	Cont.	Precio	Marca	Cont.	Precio	Marca	Cont.	Precio			
<input type="checkbox"/>	Bonafont	600 ml	\$5.80	<input type="checkbox"/>	Aurrerá Light	180 gr	\$38.00	<input type="checkbox"/>	Coca-cola	600 ml	\$13.10
<input type="checkbox"/>	Bonafont	1 L	\$6.00	<input type="checkbox"/>	Los Portales	180 gr	\$41.00	<input type="checkbox"/>	Coca-cola lata	355 ml	\$12.00
<input type="checkbox"/>	Bonafont	1.5 L	\$8.00	<input type="checkbox"/>	Los Portales	205 gr	\$63.00	<input type="checkbox"/>	Coca-cola	2 L	\$29.00
<input type="checkbox"/>	Bonafont	2 L	\$12.00	<input type="checkbox"/>	Nescafé	225 gr	\$90.00	<input type="checkbox"/>	Coca-cola	2.5 L	\$30.60

	Ciel	600 ml	\$8.50
	Ciel	1.5 L	\$12.60
	e-pura	500 ml	\$6.00
	e-pura	1.5 L	\$9.00
	e-pura	2 L	\$9.00

	Nescafé	350 gr	\$155.50
	Nescafé	1.2 kg	\$399.00
	Nescafé	120 gr	\$62.00

	Coca-cola	3 L	\$34.50
	Pepsi	600 ml	\$10.00
	Pepsi lata	355 ml	\$8.00
	Pepsi	2 L	\$21.90
	Pepsi	2.5 L	\$24.00
	Pepsi	3 L	\$25.00

Leche		
Marca	Cont.	Precio
Lala	1 L	\$19.90
Alpura	1 L	\$18.90
St. Clara	1 L	\$21.00
Lala	1.5 L	\$28.30

Malteada		
Marca	Cont.	Precio
Alpura choco	250 ml	\$7.20
St. Clara Choco	200 ml	\$8.50
Alpura vainilla	250 ml	\$7.20
Alpura fresa	1 L	\$21.50

PANIFICADOS								
Pan integral			Pan dulce			Postre		
Marca	Cont.	Precio	Marca	Cont.	Precio	Marca	Cont.	Precio
Bimbo	480 gr	\$29.50	Pingüinos Marinela	240 gr	\$32.00	Pastel Vips.	700 gr	\$115.00
Bimbo	680 gr	\$34.50	Nito Bimbo	62 gr	\$9.90	Galletas Chips-Ahoy choco (Nabisco)	114 gr	\$11.50
Wonder	567 gr	\$30.70	Chocorrollos Marinela piña	240 gr	\$32.90	Galletas Oreo choco (Nabisco)	324 gr	\$24.50
Fargo	540 gr	\$82.00	Rebanadas Bimbo	330 gr	\$31.90	Barra de frutas Frutilin fresa	5 pzs. 14 gr	\$15.40
Fargo	450 gr	\$64.00	Donas Bimbo	200 gr	\$14.00			

- e) Forme canastas con los productos seleccionados en las tablas de la Sección anterior, escribiendo solamente el **número o grado de preferencia (1, 2 o 3)** en la columna que le corresponde a cada producto.

Tabla de EJEMPLO de cómo combinar los productos (*agua natural, café soluble y pan integral*) para formar canastas **usando sólo el número o grado de preferencia de cada producto.**

Producto	Canasta 1	Canasta 2	Canasta 3
<i>Agua natural</i>	1 (1er opción de agua)	2 (2da opción de agua)	1 (1er opción de agua)
<i>Café soluble</i>	1 (1er opción de café)	1 (1er opción de café)	2 (2da opción de café)
<i>Refresco de cola</i>			
<i>Leche</i>			
<i>Malteada</i>			
<i>Pan integral</i>	1 (1er opción de pan integral)	3 (3er opción de agua)	1 (1er opción de pan integral)
<i>Pan dulce</i>			
<i>Postre</i>			

Complete la siguiente tabla **formando al menos 3 canastas** de su preferencia sólo con los productos que haya seleccionado en el inciso d).

Producto	Canasta 1	Canasta 2	Canasta 3	Canasta 4	Canasta 5	Canasta 6	Canasta 7	Canasta 8	Canasta 9	Canasta 10
<i>Agua natural</i>										
<i>Café soluble</i>										
<i>Refresco de cola</i>										
<i>Leche</i>										
<i>Malteada</i>										
<i>Pan integral</i>										
<i>Pan dulce</i>										
<i>Postre</i>										

- f) De los 3 criterios establecidos en cada producto (Marca, Contenido y Precio), ¿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 3 criterios, debe ser 100. **Ej: Marca: 25; Contenido: 20; Precio: 55.**

Grado de importancia	Criterios
	Marca
	Contenido
	Precio

PARTE 2: Comparación y selección de canastas de súper mercado

Continuando con el contexto del Desayuno, a continuación, se presentan 10 pares de canastas. Evalúe cada par y marque “x” en la celda vacía a la derecha del título de la canasta de su preferencia (“**Canasta 1, 2 o Ninguna**”).

Producto	Canasta 1				ID	Canasta 2				Ninguna
	Marca	Cont.	Precio	ID		Marca	Cont.	Precio	ID	
Agua	e-pura	500 ml	\$6.00	1	Ciel	600 ml	\$8.50	5		
Café	Aurrerá light	180 gr	\$38.00	2	Nescafé	225 gr	\$90.00	6		
Leche	St. Clara	1 L	\$21.00	3	Lala	1 L	\$19.90	7		
Pan dulce	Donas Bimbo	200 gr	\$14.00	4	Donas Bimbo	200 gr	\$14.00	4		
TOTAL			\$79.00		TOTAL			\$132.40		

Producto	Canasta 1				ID	Canasta 2				Ninguna
	Marca	Cont.	Precio	ID		Marca	Cont.	Precio	ID	
Agua	Bonafont	600 ml	\$5.80	1	Ciel	600 ml	\$8.50	5		
Café	Los Portales	180 gr	\$41.00	2	Nescafé	225 gr	\$90.00	6		
Refresco	Pepsi	600 ml	\$10.00	3	Coca	600 ml	\$13.10	7		
Malteada	St. Clara	200 ml	\$8.50	4	Alpura Vainilla/Choco	250 ml	\$7.20	8		
TOTAL			\$65.30		TOTAL			\$118.80		

Producto	Canasta 1				ID	Canasta 2				Ninguna
	Marca	Cont.	Precio	ID		Marca	Cont.	Precio	ID	
Café	Los Portales	250 gr	\$63.00	1	Nescafé	225 gr	\$90.00	4		
Leche	Lala	1 L	\$19.90	2	Alpura	1 L	\$18.90	5		
Postre	Galletas Oreo choco	324 gr	\$24.50	3	Barra frutas Frutilin fresa	5 pzas. de 14 gr	\$15.40	6		
TOTAL			\$107.40		TOTAL			\$124.30		

Producto	Canasta 1				ID	Canasta 2				Ninguna
	Marca	Cont.	Precio	ID		Marca	Cont.	Precio	ID	
Agua	e-pura	1.5 L	\$9.00	1	Ciel	1.5 L	\$12.60	5		
Café	Nescafé	350 gr	\$155.50	2	Nescafé	225 gr	\$90.00	6		
Leche	Lala	1.5 L	\$28.30	3	Lala	1.5 L	\$28.30	3		
Pan integral	Bimbo	480 gr	\$29.50	4	Wonder	567 gr	\$30.70	7		
TOTAL			\$222.30		TOTAL			\$161.60		

Producto	Canasta 1				ID	Canasta 2				Ninguna
	Marca	Cont.	Precio	ID		Marca	Cont.	Precio	ID	
Agua	Bonafont	1.5 L	\$8.00	1	Ciel	1.5 L	\$12.60	4		
Café	Nescafé	350 gr	\$155.50	2	Nescafé	350 gr	\$155.50	2		
Pan integral	Bimbo	480 gr	\$29.50	3	Fargo	450 gr	\$64.00	5		
TOTAL			\$193.00		TOTAL			\$232.10		

		Canasta 1				Canasta 2				Ninguna
Producto	Marca	Cont.	Precio	ID	Marca	Cont.	Precio	ID		
6) Agua	e-pura	2 L	\$9.00	1	Bonafont	2 L	\$12.00	4		
Café	Nescafé	1.2 kg	\$399.00	2	Nescafé	1.2 kg	\$399.00	2		
Pan integral	Bimbo	680 gr	\$34.50	3	Fargo	540 gr	\$82.00	5		
TOTAL			\$442.50		TOTAL			\$493.00		

		Canasta 1				Canasta 2				Ninguna
Producto	Marca	Cont.	Precio	ID	Marca	Cont.	Precio	ID		
7) Pan dulce	Nito Bimbo	62 gr	\$9.90	1	Nito Bimbo	62 gr	\$9.90	1		
Postre	Galletas Chips-Ahoy choco	114 gr	\$11.50	2	Galletas Chips-Ahoy choco	114 gr	\$11.50	2		
Malteada	Alpura Vainilla/Choco	250ml	\$7.20	3	St. Clara	200 ml	\$8.50	4		
TOTAL			\$28.60		TOTAL			\$29.90		

		Canasta 1				Canasta 2				Ninguna
Producto	Marca	Cont.	Precio	ID	Marca	Cont.	Precio	ID		
8) Pan dulce	Pingüinos Marinela	240 gr	\$32.00	1	Chocorroles Marinela	240 gr	\$32.90	3		
Leche	Lala	1 L	\$19.90	2	Alpura	1 L	\$18.90	4		
TOTAL			\$51.90		TOTAL			\$51.80		

		Canasta 1				Canasta 2				Ninguna
Producto	Marca	Cont.	Precio	ID	Marca	Cont.	Precio	ID		
9) Agua	e-pura	2 L	\$9.00	1	Ciel	1.5 L	\$12.60	7		
Café	Nescafé	1.2 kg	\$399.00	2	Nescafé	225 gr	\$90.00	8		
Refresco	Coca	3 L	\$34.50	3	Coca	3 L	\$34.50	3		
Leche	Lala	1.5 L	\$28.30	4	Lala	1.5 L	\$28.30	4		
Pan dulce	Chocorroles Marinela	240 gr	\$32.90	5	Pingüinos Marinela	240 gr	\$32.00	9		
Postre	Pastel Vips	700 gr	\$115.00	6	Pastel Vips	700 gr	\$115.00	6		
TOTAL			\$618.70		TOTAL			\$312.40		

Producto	Canasta 1			ID	Marca	Cont.	Precio	ID	
	Marca	Cont.	Precio						
Agua	Bonafont	2 L	\$12.00	1	Ciel	1.5 L	\$12.60	6	
Café	Nescafé	120 gr	\$62.00	2	Aurrerá light	180 gr	\$38.00	7	
Refresco	Pepsi	3 L	\$25.00	3	Coca	3 L	\$34.50	8	
Pan dulce	Rebanadas Bimbo	330 gr	\$31.90	4	Rebanadas Bimbo	330 gr	\$31.90	4	
Postre	Pastel Vips	700 gr	\$115.00	5	Pastel Vips	700 gr	\$115.00	5	
TOTAL			\$245.90		TOTAL			\$232.00	

Ninguna

Anexo E. Instancia de resultados de un individuo de estudio de tipo Optimista

En esta Sección, se muestra la estructura de la instancia de resultados utilizada para las experimentaciones. Esta instancia pertenece a las simulaciones de canastas bajo la configuración de búsqueda PR-P-I, es decir, utiliza la personalidad real, la estrategia NOSGA-II y búsqueda individual. Esta instancia le pertenece a un individuo de perfil de decisión Optimista/relajado, con perfil KTS ESFP, con intensidad de 0.49 y tolerancia de 0.93625.

Instancia de resultados de simulaciones de compra Parte 1

Simulación	ID_prod	ID_clas.	Producto	Precio	Pop.	Cont	Cant	U	Marca
0	1	1	Agua natural	5.8	4	600	2	ML	Bonafont
0	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
0	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
1.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
1.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
1.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
1.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
1.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
1.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
1.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
1.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
1.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
1.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
1.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
1.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
1.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
1.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
1.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá

Instancia de resultados de simulaciones de compra Parte 2

Simulación	ID_prod	ID_clas.	Producto	Precio	Pop.	Cont	Cant	U	Marca
2.1	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1	GR	Bimbo Rebanadas
2.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
2.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
2.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
2.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
2.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
2.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
2.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
2.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
2.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1	GR	Bimbo Rebanadas
2.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
2.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
2.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
3.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
3.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
3.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
3.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
3.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
3.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
3.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
3.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
3.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
3.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
3.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
3.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
3.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
3.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
3.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
4.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
4.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
4.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
4.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
4.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
4.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
4.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
4.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
4.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
4.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá

Instancia de resultados de simulaciones de compra Parte 3

Simulación	ID_prod	ID_clas.	Producto	Precio	Pop.	Cont	Cant	U	Marca
4.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
4.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
4.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
4.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
4.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
5.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
5.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
5.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
5.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
5.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
5.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
5.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
5.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
5.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
5.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
5.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
5.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
5.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
5.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
5.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
6.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
6.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
6.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
6.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
6.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
6.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
6.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
6.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
6.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
6.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
6.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
6.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
6.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
6.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
6.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
7.1	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1	GR	Bimbo Rebanadas
7.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
7.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
7.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá

Instancia de resultados de simulaciones de compra Parte 4

Simulación	ID_prod	ID_clas.	Producto	Precio	Pop.	Cont	Cant	U	Marca
7.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
7.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
7.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
7.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
7.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
7.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1	GR	Bimbo Rebanadas
7.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
7.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
7.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
8.1	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1	GR	Bimbo Rebanadas
8.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
8.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
8.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
8.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
8.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
8.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
8.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
8.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
8.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1	GR	Bimbo Rebanadas
8.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
8.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
8.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
9.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
9.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
9.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
9.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
9.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
9.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
9.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
9.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
9.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
9.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
9.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
9.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
9.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
9.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
9.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá

Instancia de resultados de simulaciones de compra Parte 5

Simulación	ID_prod	ID_clas.	Producto	Precio	Pop.	Cont	Cant	U	Marca
10.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
10.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
10.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
10.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
10.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
10.2	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
10.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
10.2	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
10.2	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
10.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá
10.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1	GR	Bimbo Donas
10.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1	GR	Bimbo Nito
10.3	7	1	Agua natural	12	4	500	2	ML	e-pura
10.3	8	1	Agua natural	18	4	1500	2	ML	e-pura
10.3	10	1	Café soluble	38	3	180	1	GR	Aurrerá

Anexo F. Ejemplos de cálculo de la distancia Euclidiana y justificación por fallos

En esta Sección, se muestra un ejemplo del cálculo con cada una de las métricas de desempeño utilizadas en la experimentación.

Cálculo de la distancia Euclidiana entre las canastas resultantes y la lista de compras inicial

Fue utilizado el valor acumulado de cada uno de los criterios de los productos (precio, popularidad, contenido y cantidad), tanto en la lista de compras, como en las canastas resultantes, para facilitar el cálculo de la distancia Euclidiana. En la tabla de abajo, se muestran los valores acumulados de los 3 grupos de canastas distintas encontrados en la instancia de resultados del individuo de estudio. En el grupo A, se encuentran los valores acumulados a la lista de compras; y en los grupos B y C, se muestran los valores acumulados de las canastas con criterios iguales. Dichos valores fueron calculados tomando únicamente la instancia del cuadrante PR-P-I mostrada en el Anexo D, tomando los valores de las canastas de las simulaciones 0 (lista de compras), 1.1 y 2.1.

A	Valores acumulados de la lista de compras (0)			
	Precio	Popularidad	Contenido	Cantidad
	53.7	12	842	4

B	Valores acumulados de las can. de simulaciones: 1, 2.2, 3, 4, 5, 6, 7.2, 8.2, 9, 10				D.E. entre A y B
	Precio	Popularidad	Contenido	Cantidad	
	91.9	21	2442	7	1600.48

C	Valores acumulados de las can. de las simulaciones: 2.1, 7.1, 8.1				D.E. entre A y B
	Precio	Popularidad	Contenido	Cantidad	
	99.9	16	2510	6	1668.65

En la ecuación F.1, se muestra la sustitución de los valores de A y B en la fórmula de la distancia Euclidiana.

$$D_y = \sqrt{(91.9 - 53.7)^2 + (21 - 12)^2 + (2442 - 842)^2 + (7 - 4)^2} = 1600.48 \quad (F.1)$$

Cálculo de la estrategia de justificación por fallos entre las canastas resultantes y la lista de compras inicial

En la tabla se muestra el resultado de aplicar la estrategia con la misma lista de compras y las canastas equivalentes en valores de sus atributos de las simulaciones presentadas en el cálculo anterior. Esta tabla revela el conteo de fallos existentes entre atributos.

JUSTIFICACIÓN POR FALLOS ENTRE A Y B					
PRECIO	POP	CONT	CANT	FALLAS PROD	TOT. FALLAS
1	0	0	0	1	4
1	0	1	0	2	
0	0	0	0	0	
0	0	1	0	1	
0	0	0	0	0	

El cálculo se basa en seleccionar los atributos que pertenezcan al mismo tipo de productos, y aplicar la regla basada en la no superación de la tolerancia. De ser superada la tolerancia, será marcado como un fallo. En la tabla se observa el cálculo descrito y la sustitución de valores en la regla de la estrategia por fallos, tomando los valores de las simulaciones 0 y 1.1 de la instancia de resultados presentada en el Anexo D, específicamente tomando los valores de la columna precio, comparando entre el agua de la lista de compras y las 2 aguas de la canasta 1.1, y de igual manera, se realiza el cálculo con el precio del café de la lista de compras con

el café de la canasta 1.1. La fórmula puede ser consultada en la Sección 5.8. La tolerancia en este caso, corresponde al valor 0.93625.

Simulación	ID_prod	ID_clas.	Producto	Precio	ID. Prods. del cálculo	Fórmula sustituyendo precios
0	1	1	Agua natural	5.8	ID 1 – ID 7	$|5.8-12| > (5.8*0.93625)=6.2 > 5.43$; SUMAR FALLO
0	10	1	Café soluble	38	ID 1 – ID 8	$|5.8-18| > (5.8*0.93625)=12.2 > 5.43$; SUMAR FALLO
0	41	2	Pan dulce	9.9	ID 10 – ID 10	$|38-38| > (38*0.93625)=0 > 35.57$; NO HAY FALLO
1.1	44	2	Pan dulce	14		
1.1	41	2	Pan dulce	9.9		
1.1	7	1	Agua natural	12		
1.1	8	1	Agua natural	18		
1.1	10	1	Café soluble	38		

Los resultados mostrados con la sustitución, corresponden sólo a las 3 primeras celdas de la columna Precio de la tabla con los resultados de los fallos entre A y B. Este procedimiento fue el que se realizó en todos los atributos, sumando finalmente, un total de 4 fallos, es decir, la canasta dada en la simulación 1.1, es muy cercana a las preferencias del individuo (a la lista de compras 0), debido a su alta tolerancia.

Anexo G. Instancias de resultados de los 4 individuos sujetos a la exp. en la Sección 6.6

En esta Sección, se muestran las instancias con los resultados de la simulación con las 4 listas de compras distintas utilizadas en la experimentación de los 4 individuos representativos de un perfil de decisión.

Individuo Optimista

Perfil KTS: ESFP; Perfil de decisión: Optimista; Intensidad: 0.49; Tolerancia: 0.93625.

Lista 1	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.1	1	1	Agua natural	5.8	4	600	2
0.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
0.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
1.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
1.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
1.1	7	1	Agua natural	12	4	500	2
1.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2
1.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1

Lista 3	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.2	28	1	Leche	18.9	4	1000	0.2
0.2	11	1	Café soluble	41	4	180	0.2
0.2	53	2	Pan dulce	13.9	5	125	0.2
2.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	2.1
2.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	2.1
2.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	2.1
2.1	10	1	Café soluble	38	3	180	2.1

Lista 3	ID_prod	ID clas	Prod	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.3	29	1	Leche	21	3	1000	1
0.3	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1
0.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1
3.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
3.1	28	1	Leche	18.9	4	1000	1
3.1	29	1	Leche	21	3	1000	1
3.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
3.1	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1
3.2	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
3.2	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
3.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
3.2	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1
3.3	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
3.3	29	1	Leche	21	3	1000	1
3.3	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
3.3	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
3.3	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1

Lista 4	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.4	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
0.4	16	1	Café soluble	62	5	120	1
0.4	7	1	Agua natural	6	4	500	1
4.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
4.1	29	1	Leche	21	3	1000	1
4.1	7	1	Agua natural	6	4	500	1
4.1	8	1	Agua natural	9	4	1500	1
4.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1

Individuo Colaborativo

Perfil KTS: ISFJ; Perfil de decisión: Colaborativo; Intensidad: 0.668; Tolerancia: 0.5835.

Lista 1	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.1	1	1	Agua natural	5.8	4	600	2
0.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
0.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
1.1	1	1	Agua natural	11.6	4	600	2
1.1	3	1	Agua natural	16	4	1500	2
1.1	9	1	Agua natural	18	4	2000	2
1.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
1.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1

Lista 2	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.2	28	1	Leche	18.9	4	1000	1
0.2	11	1	Café soluble	41	4	180	1
0.2	53	2	Pan dulce	13.9	5	125	1
2.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
2.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
2.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
2.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	1

Lista 3	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.3	29	1	Leche	21	3	1000	1
0.3	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1
0.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1
3.1	36	2	Pan integral	34.5	5	680	1
3.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
3.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
3.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	1

Lista 4	ID_prod	ID clas	Prod	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.4	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
0.4	16	1	Café soluble	62	5	120	1
0.4	7	1	Agua natural	6	4	500	1
4.1	6	1	Agua natural	12.6	5	1500	1
4.1	3	1	Agua natural	8	4	1500	1
4.1	4	1	Agua natural	12	4	2000	1
4.1	9	1	Agua natural	9	4	2000	1
4.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
4.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1

Individuo Indagador

Perfil KTS: INTP; Perfil de decisión: Indagador; Intensidad: 0.386; Tolerancia: 0.29825.

Lista 1	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.1	1	1	Agua natural	5.8	4	600	2
0.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
0.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
1.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
1.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
1.1	8	1	Agua natural	18	4	1500	2
1.1	9	1	Agua natural	18	4	2000	2
1.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1

Lista 2	ID_prod	ID clas	Prod	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.2	28	1	Leche	18.9	4	1000	1
0.2	11	1	Café soluble	41	4	180	1
0.2	53	2	Pan dulce	13.9	5	125	1
2.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
2.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
2.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
2.1	28	1	Leche	18.9	4	1000	1
2.2	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
2.2	10	1	Café soluble	38	3	180	1
2.2	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
2.2	30	1	Leche	28.3	5	1500	1

Lista 3	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.3	29	1	Leche	21	3	1000	1
0.3	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1
0.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1
3.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
3.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
3.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
3.1	36	2	Pan integral	34.5	5	680	1

Lista 4	ID_prod	ID clas	Prod	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.4	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
0.4	16	1	Café soluble	62	5	120	1
0.4	7	1	Agua natural	6	4	500	1
4.1	5	1	Agua natural	8.5	5	600	1
4.1	8	1	Agua natural	9	4	1500	1
4.1	6	1	Agua natural	12.6	5	1500	1
4.1	9	1	Agua natural	9	4	2000	1
4.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
4.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1

Individuo Estricto

Perfil KTS: ENTJ; Perfil de decisión: Estricto; Intensidad: 0.466; Tolerancia: 0.05825.

Lista 1	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.1	1	1	Agua natural	5.8	4	600	2
0.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
0.1	41	2	Pan dulce	9.9	5	62	1
1.1	9	1	Agua natural	18	4	2000	2
1.1	4	1	Agua natural	24	4	2000	2
1.1	10	1	Café soluble	38	3	180	1
1.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1

Lista 2	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.2	28	1	Leche	18.9	4	1000	1
0.2	11	1	Café soluble	41	4	180	1
0.2	53	2	Pan dulce	13.9	5	125	1
2.1	12	1	Café soluble	63	4	205	1
2.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
2.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1

Lista 3	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.3	29	1	Leche	21	3	1000	1
0.3	35	2	Pan integral	29.5	5	480	1
0.3	43	2	Pan dulce	31.9	5	330	1
3.1	36	2	Pan integral	34.5	5	680	1
3.1	44	2	Pan dulce	14	5	200	1
3.1	27	1	Leche	19.9	5	1000	1
3.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	1

Lista 4	ID_prod	ID clas	Producto	Precio	Popularidad	Cont	Cant
0.4	30	1	Leche	28.3	5	1500	1
0.4	16	1	Café soluble	62	5	120	1
0.4	7	1	Agua natural	6	4	500	1
4.1	12	1	Café soluble	63	4	205	1
4.1	3	1	Agua natural	8	4	1500	1
4.1	9	1	Agua natural	9	4	2000	1
3.1	30	1	Leche	28.3	5	1500	1