Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Subdirección de Estudios de Posgrado

Metodología de apoyo a la decisión multicriterio para la clasificación de clientes de negocios desde el enfoque de CRM

por

Dayli Machado de Armas

como requisito parcial para obtener el grado de

maestría en ciencias de la ingeniería

con orientación en sistemas

Junio 2020

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Subdirección de Estudios de Posgrado

Metodología de apoyo a la decisión multicriterio para la clasificación de clientes de negocios desde el enfoque de CRM

por

Dayli Machado de Armas

como requisito parcial para obtener el grado de

maestría en ciencias de la ingeniería

con orientación en sistemas

Junio 2020

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Metodología de apoyo a la decisión multicriterio para la clasificación de clientes de negocios desde el enfoque de CRM», realizada por el alumno Dayli Machado de Armas, con número de matrícula 1985275, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA con orientación en sistemas.

El Comité de Tesis

Dr. Fernando López Irarragorri
Asesor

Dr. Rafael Espín Andrade
Revisor

Dra. Yasmín Á. Ríos Solís
Revisor

Vo. Bo.

Dr. Simón Martínez Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, junio 2020

Dedicada a mi abuela y mi madre

Índice general

Agradecimientos **xi**

Resumen **xii**

1. Introducción **1**

1.1. Contexto 1

1.2. Antecedentes y justificación del problema de investigación 4

1.2.1. Planteamiento del problema, hipótesis y objetivos de la investigación 9

1.3. Resultados esperados, alcance y estructura de la tesis 10

1.4. Tareas de investigación 10

1.5. Conclusiones parciales 11

2. Marco Teórico **13**

2.1. Introducción 13

2.2. Apoyo a la decisión multicriterio 14

2.2.1. Métodos de MCDM más empleados en la literatura 17

2.3. Principios generales de optimización monobjetivo y multiobjetivo . . 27

2.4. Gestión de la cadena de suministro 29

2.5. El CRM integrado a la cadena de suministro 31

2.6. La clasificación de clientes desde el enfoque de CRM 37

2.6.1. Clasificación de clientes basada en la importancia de la relación 39

2.6.2. Evaluar el beneficio de la relación desde la perspectiva de la empresa 41

2.6.3. Evaluar el beneficio de la relación desde la perspectiva del cliente 49

2.7. Conclusiones parciales 51

3. Estado del arte y descripción del problema 52

3.1. Estado del arte 52

3.1.1. Organización de la bibliografía consultada 52

3.1.2. Análisis crítico del estado del arte 56

3.2. Descripción del problema 66

3.3. Conclusiones parciales 74

4. Metodología propuesta 76

4.1. Bases de la metodología propuesta 76

4.2. Desarrollo de la metodología por fases 77

4.3. Conclusiones parciales 86

5. Experimentación y Resultados 87

5.1. Descripción del experimento en la empresa caso de estudio 87

5.2. Aplicación de la metodología propuesta 88

5.3. Conclusiones parciales 115

6. Conclusiones y trabajo futuro 116

6.1. Conclusiones 116

6.2. Trabajo futuro 117

Índice de figuras

2.1. Árbol jerárquico del AHP Fuente: [1] 20

2.2. Árbol jerárquico del AHP con Calificaciones o *Ratings* Fuente:[30] . . 22

2.3. Matriz de decisión Homogénea del ELECTRE Fuente:[32] 24

2.4. Perfiles del ELECTRE Tri Fuente: [31] 26

3.1. Temas a investigar. Fuente: Elaboración propia 54

3.2. Autores más citados por subtemas tratados. Fuente: Elaboración propia 55

3.3. Resumen del análisis de la literatura más relevante. Fuente: Elaboración propia 59

3.4. Propuesta de segmentación de clientes en cuatro categorías. Fuente:[115] 65

4.1. Metodología Propuesta. Fuente: Elaboración propia 77

4.2. Estrategias a seguir en cada segmento obtenido. Fuente: [115] 86

5.1. Histogramas de frecuencias de los datos primarios. Fuente: Elaboración propia 93

5.2. Valores atípicos de los datos primarios. Fuente: Elaboración propia . . 94

5.3. Análisis de correlación de *Pearson* de los datos. Fuente: Elaboración propia 95

5.4. Árbol de decisión para calcular el riesgo. Fuente: Elaboración propia . 98

5.5. Función de utilidad del riesgo en Dexi. fuente: Elaboración Propia . . 98

5.6. Fragmento de las reglas para determinar el riesgo. Fuente: Elaboración propia 99

5.7. Cuartiles de criterios normalizados. Fuente: Elaboración propia 100

5.8. Árbol jerárquico del AHP. Fuente: Elaboración propia 103

5.9. Pesos obtenidos en el AHP. Fuente: Elaboración propia 104

5.10. Límites de categorías establecidos por el DM. Fuente: Elaboración propia 106

5.11. Salida del ELECTRE Tri en J ELECTRE. Fuente: Elaboración propia 107

5.12. Clasificación de los clientes mayoristas. Fuente: Elaboración propia . . 109

5.13. Número de grupos según el método del codo. Fuente: Elaboración propia 110

5.14. Representación del *Silouette* para diferentes tamaños de grupos. Fuente: Elaboración propia 112

5.15. Comparación de resultados con el método *k mean*. Fuente: Elaboración propia 114

Índice de tablas

2.1. Modelos de MCDM más usados. Fuente: Elaboración propia 18

2.2. Escala del AHP. Fuente: [108] 21

3.1. Núcleo de los primeros artículos más citados por cada tema. Fuente: Elaboración propia 56

5.1. Análisis para establecer las escala de la frecuencia. Fuente: Elaboración propia 101

5.2. Análisis para la escala del acceso al conocimiento del mercado. Fuente: Elaboración propia. 102

5.3. Análisis para la escala del CLV. Fuente: Elaboración propia. 102

5.4. Escala final del indicador riesgo. Fuente: Elaboración propia 103

5.5. Límites por categorías. Fuente: Elaboración propia 105

5.6. Umbrales de preferencia para aplicar el ELECTRE Tri. Fuente: Elaboración propia 106

5.7. Clasificación de los clientes para diferentes valores de Lambdas. Fuente: Elaboración propia 108

5.8. Valor del *Silouette* para cada grupo. Fuente: Elaboración propia . . . 111

Agradecimientos

Agradezco a Dios en primer lugar, en segundo a mi asesor el Dr. Fernando López Irarragorri por el apoyo en todo momento, por su ejemplo, bondad y exigencia a la vez. A mi madre, abuela, esposo y amigos por su paciencia y apoyo incondicional siempre. Un agradecimiento especial a todos mis profesores, sin dudas magníficos profesionales que entregan su tiempo a formar generaciones, gracias a ellos, que con su exigencia y paciencia muchos cumplimos este sueño, en especial a la Dra. Ada M. Álvarez Socarrás, por su gran capacidad de enseñar. También, le doy muchas gracias, a mi comité de tesis, integrado por excelentes doctores, con gran prestigio y reconocimiento internacional, su opinión sobre la investigación finalmente me permitió dar el último suspiro y sonrisa de agradecimiento, muchas gracias por dedicar parte de su tiempo a revisar y sugerir mejoras. Agradezco mucho a CONACYT por la beca otorgada, sin la cual no hubiese sido posible cumplir esta meta, gracias por permitir a estudiantes extranjeros como yo, estudiar en México, excelente país con excelentes personas, que sin dudas, será parte imborrable de hermosos recuerdos, agradezco al posgrado, a las secretarias Fany y Paola, y en especial de Internacionalización a Luisa y a la Licenciada Cortés, que siempre nos apoyaron en cada trámite, en general a todos los directivos de la Facultad que autorizan cada trámite y gestión. A todos, muchas gracias.

Resumen

Dayli Machado de Armas.

Candidato para obtener el grado de MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA con orientación en sistemas.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: Metodología de apoyo a la decisión multicriterio para la clasificación de clientes de negocios desde el enfoque de CRM.

Número de páginas: 132.

Objetivos y método de estudio: La presente investigación tiene como objetivo general proponer una metodología para clasificar clientes de negocios basada en la de toma de decisiones multicriterio e implementar la misma en una empresa caso de estudio. La investigación se desarrolló bajo los tipos de estudios siguientes: exploratorio, descriptivo, explicativo y experimental.

Contribuciones y conlusiones: En este trabajo se ha formulado el problema de clasificación de clientes de negocios desde la perspectiva de CRM para una cadena de suministro. Se ha propuesto una metodología basada en el proceso de decisión propuesto por Simon (1960), la clasificación de clientes propuesta por Thakur (2016), y la metodología general para ciencia de datos de IBM. Esta metodología recoge los resultados más importantes revisados en el estado del arte e integra con otros métodos, la cual en sí misma constituye el aporte novedoso de la investigación.

Además la inclusión de MCDM permite integrar las preferencias del decisor, lo cual acerca la recomendación a sus expectativas dado que la clasificación de clientes

es un problema complejo donde los factores subjetivos también tienen un papel preponderante, permitiendo contar con un modelo que incluye diferentes criterios, cualitativos y cuantitativos, basados en la importancia de la relación entre el cliente y la empresa. Se destacan los métodos ELECTRE tri y AHP en la solución de este problema.

Firma del asesor: _____

Dr. Fernando López Irarragorri

Capítulo 1

Introducción

En el presente capítulo se muestra la importancia y necesidad de desarrollar la investigación propuesta, así como el diseño de la investigación a seguir para dar cumplimiento a los objetivos trazados.

1.1 Contexto

Gestionar las relaciones con los clientes para una empresa esta estrechamente relacionado con la gestión de marketing, estrategia empresarial y enfoque a procesos. A criterio del Dr. Robert Shaw de Shaw Consulting, este *" es un proceso interactivo para lograr un equilibrio óptimo entre las inversiones de la organización y la satisfacción de sus clientes para maximizar las ganancias"*[62][53]. En la actualidad esta actividad debe realizarse teniendo en cuenta la amplitud, al tratar con los diversos clientes del primer nivel de una empresa, pero sin perder de vista la profundidad, pues cada vez más los clientes exigen productos y servicios ajustados a sus necesidades, lo cual nos lleva a una visión que rompe las fronteras de la empresa para extenderse a lo largo de la cadena de suministro [74], hasta llegar al consumidor final. En este sentido la toma de decisiones implica objetivos y criterios múltiples, así como una red compleja de intereses y preferencias, que exige un enfoque sistemático para racionalizar y justificar las acciones futuras a tomar, donde la asignación de

recursos y su planificación se han convertido en uno de los temas claves [92].

Reconociendo la importancia actual del tema en reciente publicación de la revista digital *Supply Chain Digital* de enero de 2019, se ha dado a conocer que una de las principales empresas de asesoramiento del mundo ha unido fuerzas con un líder mundial en digitalización de la cadena de suministro, *Ernst and Young LLP y Kinaxis Inc*, para impulsar la reinvención de la cadena de suministro para la era digital. Esta nueva alianza persigue crear un proceso de cadena de suministro sin interrupciones, conectando datos, procesos y personas para permitir mayores decisiones en tiempo real y alinear a los equipos en torno a objetivos comunes [9].

De estudios recientes se sabe, que el 88 % de un grupo de empresarios encuestados, reconocidos internacionalmente, afirman estar cada vez más involucrados en iniciativas de transformación digital, y en la búsqueda de nuevas variantes generadoras de ingresos, para lo cual declaran de manera definitiva que la solución está, en acercarse más a aprender, sobre las necesidades de los clientes [35].

Es en este contexto en el que, priorizar la gestión de las relaciones con los clientes o *Customer Relationsphip Management* (CRM), conocido por sus siglas en inglés, se vuelve imprescindible, siendo este uno de los ocho procesos a desarrollar dentro de una cadena de suministro, es el responsable de desarrollar y mantener las relaciones con los clientes [74]. También existe desde otra arista relacionada con CRM, el enfoque de gestión de cartera de cliente, el cual desde la perspectiva del marketing, se encarga de diferenciar el valor de cada relación con el cliente, bajo el enfoque de tratar al cliente como un activo; visión interesante que se tomará en cuenta en la presente investigación [115][87].

Tomar las decisiones importantes, de manera correcta y oportuna, haciendo uso racional de los recursos, es uno de los retos a los que se enfrentan los empresarios en la nueva era tecnológica, en la que muchas empresas cuentan con los datos e información inteligente, pero le corresponde a los empresarios saber emplearlos bien para tomar las decisiones con rapidez; no basada sólo la experiencia acumulada de

haber realizado siempre del mismo modo una tarea; el futuro y sobrevivencia de las compañías dependerán de cuan acertada sean las decisiones que se tomen hoy.

La teoría o ciencia de la decisión, es concebida como tal, al ampliar su enfoque inicial ligado a la toma de decisiones monocriterio y deterministas, hacia la inclusión progresivamente de otros elementos que siempre existieron, pero no se había desarrollado el modo de tenerlos en cuenta, tales como: la incertidumbre, más de un criterio de decisión, varios decisores, las preferencias del consumidor, etc... [107].

Es a partir de los años 50 que se comienza a desarrollar con fuerza esta teoría, con la investigación realizada por el Premio Nobel H.A Simón en 1955, quien afirmó que las complejas organizaciones actuales no actúan intentando maximizar una determinada función de utilidad, sino, que se plantean distintos objetivos a la vez, la mayoría de los cuales son incompatibles entre sí, por lo que finalmente se pretende alcanzar un determinado resultado de satisfacción en cada uno de ellos [8].

De igual modo, la teoría de la decisión permite modelar una situación más cercana a la realidad, abriendo el abanico de aplicaciones a disimiles campos de la ciencia a nivel global. Tanto en el contexto internacional, como nacional se aprecia la tendencia de aplicar las herramientas de la toma de decisión multicriterio (MCDM), para el apoyo a la toma de decisiones en diferentes temas de investigación.

Internacionalmente esta ciencia posee múltiples aplicaciones, que van desde sectores importantes y sensibles para la sociedad, como la salud y la educación, hasta otros que son los pilares de la economía, como las organizaciones empresariales.

Vinculado a la gestión de la cadena de suministro se aprecia el empleo de los métodos de MCDM sobre todo, enfocado a los procesos de selección de proveedores, almacenamiento y logística, según una recopilación de estudios realizados del 2015 al 2017 por [33]. Entre los autores más citados sobre la selección de proveedores con uso de MCDM se encuentran [125] [126]. También se aprecia, aunque en menor medida, investigaciones en las que se aplican estos modelos para evaluar el impacto de CRM en las organizaciones [64].

México no escapa a esta realidad, teniendo aplicaciones en sectores como la industria eléctrica, la educación, secretaría de obras públicas, la industria del transporte, cartera de proyectos sociales, educación, así como en la toma de decisiones para la optimización de las cadenas de suministro, enfocado como se había mencionado, principalmente a la optimización de proveedores [36][124].

A pesar de los pasos que de han dado en materia de apoyo a la decisión en las cadenas de suministro y en especial al proceso de CRM, aun existen reservas detectadas en la literatura científica a las cuales se pretende contribuir desde la presente investigación.

Empleando la metodología de apoyo a la decisión y los modelos de MCDM para apoyar en la toma de decisiones en subprocesos estratégicos esenciales dentro de la gestión de las relaciones con los clientes (CRM), como la clasificación de estos y gestionándolo como un subproceso impulsor en la cadena de suministro.

1.2 Antecedentes y justificación del problema de investigación

Muchas empresas están en una lucha de vida o muerte para desarrollar continuamente modelos de negocios que acercan no sólo a sus organizaciones, sino también, a toda la cadena de suministro, hacia la búsqueda de los mecanismos adecuados para atraer y construir una lealtad sostenible del cliente, tratando de que sus empresas y redes empresariales cada vez más se centren en satisfacer las necesidades de este [104].

Siguiendo la perspectiva anterior, en la presente investigación se pretende abordar el enfoque estratégico de CRM en la cadena de suministro, en especial la clasificación de los clientes, soportado en los modelos y herramientas de MCDM, pues tener una clasificación de los clientes que responda a las preferencias de la empresa,

puede garantizar una mejor distribución de recursos destinados a lograr la permanencia de estos con la empresa. Por lo que los antecedentes estarán enfocados en buscar de qué modo se ha abordado este proceso desde la perspectiva de CRM y en una cadena de suministro, haciendo uso o no, de las herramientas de MCDM.

El valor científico y aporte de la presente investigación está en abordar la clasificación de clientes empleando únicamente los métodos de MCDM y la metodología de apoyo a la decisión multicriterio basado en la importancia de la relación entre el cliente y la empresa, para lo que se siguieron líneas importantes que tratan este problema, como: el enfoque de cartera de clientes desde la perspectiva del marketing, así como las estrategias que se han empleado para realizar la segmentación de clientes hasta el momento. En la literatura científica se abordan estos temas desvinculados entre sí, por lo que lograr la articulación entre este conjunto de conocimientos en una metodología constituye uno de los retos de la presente.

En los documentos consultados hasta el momento en relación a la teoría de la decisión, se aprecia la evolución que ha existido desde sus iniciadores, con el modelo más popular, el modelo ELECTRE y sus variantes [124], hasta los más recientes empleados, entre ellos el AHP con sus siglas en inglés *Analytic Hierarchy Process*, el *Fuzzy Set Theory*, el MAUT *Multi-Attribute Utility Theory* entre otros que se siguen desarrollando [120].

Hasta el momento se han encontrado investigaciones que aplican los modelos de MCDM a la selección y evaluación de proveedores [36] [21] [13] [75], y también a la evaluación de ciertos indicadores dentro de las cadenas de suministro [26]. En la literatura reciente consultada, se aprecia la tendencia a emplear modelos de MCDM para evaluar el impacto de la gestión de CRM en conjunto para las empresas, para ello emplean el enfoque de cuadro de mando integral y generalmente el modelo DEMATEL como método de apoyo a la decisión multicriterio [28] [64].

Por otro lado en un grupo de investigaciones se trata el CRM como un proceso clave dentro de la gestión de las cadenas de suministro [74], y en otros, sólo como

una herramienta que facilita la administración de la información relacionada con los clientes para intentar asegurar el aumento de su satisfacción desde una perspectiva operativa [41]. También se aprecia, aunque no es propósito de la investigación, la aplicación de los modelos de MCDM para la selección de mejores proveedores de software de CRM [15], así como para evaluar mejores estrategias en la retención de clientes [59].

Para segmentar los clientes, que en su mayoría se trata del consumidor final, existen investigaciones que en alguno de los pasos de sus propuestas aplican el modelo AHP o *Fuzzy* AHP, como complemento a la segmentación de clientes realizadas por otros métodos de agrupamiento conocidos [46], pero hasta el momento no se ha encontrado en la literatura la aplicación de estos modelos de MCDM para gestionar la clasificación de clientes desde una visión estratégica de CRM, como proceso clave en la cadena de suministro, en que se tome en cuenta el valor de la relación.

En el mundo el número de empresas que planean implementar el CRM está creciendo rápidamente [20], es el proceso encargado de proporcionar la estructura para mantener y desarrollar la relación con los clientes y generar valor, su implementación es una gran oportunidad para que las organizaciones cambien el enfoque de producto a estar centrados en el cliente [29] [64], sin embargo, la problemática está en cómo implementarlo de modo que se garantice la mejor toma de decisiones en su gestión para lograr que su rendimiento impacte significativamente tanto en la organización como en la cadena de suministro [29] [121]. Se considera que, se debe comenzar por realizar una acertada clasificación de los clientes, basada en criterios que aporten valor, que sean los que se emplean en la segmentación de clientes o en el enfoque de gestión de cartera, el objetivo final es lograr que los criterios empleados para la clasificación, reflejen la mejor la rentabilidad de cada cliente o grupo de estos, así como los intereses de la empresa, facilitando la toma de decisiones.

Al comprender las necesidades y el valor del cliente, las empresas pueden aumentar el valor de la relación con cada cliente. Comprender el valor de cada relación

con el cliente, permite clasificar a los clientes según la importancia de las relaciones, y aumentaría el rendimiento de estas para la empresa [55] [115]. Este proceso se conoce como gestión de cartera de clientes o *Customer Portfolio Management*, conocido por sus siglas en inglés como (CPM) [115], desde la perspectiva del marketing que es la se adopta en la presente investigación. Identificar las diferencias entre los clientes ayuda a las empresas a retener clientes valiosos, y a crear valor adicional con estos clientes a través del desarrollo de las relaciones. En consecuencia, la organización puede asignar mejor los recursos y aplicar estrategias de marketing para la retención y el desarrollo de su máximo potencial [113] [115].

Los primeros modelos de carteras de clientes desde la perspectiva del marketing fueron desarrollados a inicios de la década del 90 como el de Fioca (1992), Campbell y Cunningham (1983) entre otros, los cuales proponen variables que su obtención en la práctica se dificulta, debido a la subjetividad de estas, además no dan la medida de cómo asignar los recursos una vez segmentados los clientes [87] [99].

Durante la primera década en la que se iniciaban las investigaciones sobre el enfoque de cartera en marketing, las propuestas se enfocan en encontrar indicadores para determinar la rentabilidad del cliente, y poder segmentarlos siguiendo estos criterio. Fue Browne (2000), quien plantea la gestión de cartera como un problema dinámico, donde el objetivo está relacionado con el equilibrio entre el logro de los objetivos de rendimiento, y el riesgo de un déficit [11]. Sobre esta línea se desarrollaron otras investigaciones relacionadas con la gestión de la teoría moderna de cartera, basada en el modelo propuesto por Markowitz (1952), desarrollado para la gestión de carteras financieras, a este modelo le han hecho ajustes para aplicarlo a la gestión de cartera de clientes, en los que se persigue maximizar la rentabilidad de la cartera de clientes para un determinado nivel de riesgo dado [63] [109] [87], pero en la presente investigación no es objetivo llegar a la gestión de la cartera, sino clasificar a los clientes teniendo en cuenta las mejores métricas propuestas de este enfoque de cartera, en el que el valor del cliente es lo esencial, y también se tienen en cuenta las metodologías y métricas empleadas en las investigaciones dedicadas a la

segmentación de clientes que no tienen en cuenta el enfoque de cartera sino que emplean otras métricas de igual valor científico y popularidad en este campo, como es el modelo RFM (Regenci, Frecuencia, Monetario) [84], [110], [46] y [93] entre otros.

Existe consenso en las investigaciones en usar el *customer value time* (CLV), como un concepto que marca la manera de medir la rentabilidad del cliente, aunque aun existen diferencias en el modo de obtenerlo según la necesidad de la empresa [87] [117] [115].

Los autores coinciden en que primero se deben clasificar los clientes en grupos y luego buscar la mejor combinación de estos segmentos que maximice la rentabilidad de la cartera [109] [87]. En la presente investigación se aborda sólo el modo de clasificar los clientes usando los métodos MCDM, y se deja para futuras investigaciones realizar la optimización de la cartera de clientes.

Los modelos o herramientas más usados desde la perspectiva de la gestión de cartera de clientes, según el análisis de 32 modelos relacionados por Stancheva (2017) [111], son modelos económicos matemáticos basados fundamentalmente en encontrar mejores modos de estimar el valor del CLV, y en base a este indicador clasifican los clientes en grupos que reflejan mejor o peor rentabilidad y valor, esta clasificación se realiza mediante métodos de aprendizaje. Dentro de estas investigaciones se aprecia el empleo del análisis multivariante lineal general [117], árboles de regresión para estimar el valor del CLV [51], pareto no binoial siendo un enfoque de probabilidad para el modelo CLV [87].

Por otra parte, otras investigaciones recientes como Monalisa (2019) y Azadnia y otros (2011), aplican las herramientas Fuzzy C-means utilizando el modelo RFM, o el método K-means, respectivamente para lograr la agrupación de los clientes, y ambas en uno de los pasos aplica el modelo AHP para asignar pesos a los grupos de clientes [85] [6], siendo este el mayor acercamiento encontrado a la teoría de MCDM en la clasificación de clientes. Hasta el momento en las investigaciones consultadas no se aprecia una metodología estructurada que permita realizar la clasificación

de los clientes con criterios que reflejen el valor de la relación y las preferencias del tomador de decisiones, empleando los métodos y herramientas de apoyo a la decisión multicriterio desde el enfoque de CRM en una cadena de suministro.

1.2.1 Planteamiento del problema, hipótesis y objetivos de la investigación

Teniendo en cuenta lo expuesto en los epígrafes anteriores se plantea como problema de investigación el siguiente:

¿Cómo lograr mayor efectividad en los procesos de toma de decisiones en CRM como proceso estratégico clave en las cadenas de suministro?

Bajo la hipótesis: Si se contara con una metodología y métodos de MCDM que permita realizar la clasificación de clientes basada en la importancia estratégica de la relación con el cliente, se debe lograr mayor efectividad en los procesos de toma de decisiones en la gestión de CRM y por tanto mayores niveles de bienestar en la cadena de suministro.

Se propone como objetivo general: Desarrollar una metodología de apoyo a la decisión multicriterio para clasificar los clientes de negocios basado en la importancia estratégica de la relación.

Y como objetivos específicos:

1. Desarrollar el marco teórico conceptual relacionado con la investigación.
2. Caracterizar el problema de la investigación.
3. Proponer una metodología para clasificar clientes de negocios basada en la de toma de decisiones multicriterio.
2. Implementar la metodología propuesta en empresa caso de estudio.

1.3 Resultados esperados, alcance y estructura de la tesis

Se esperan como resultados a obtener: La metodología, así como la aplicación de la misma a través de un caso real. El alcance se plantea que sea de tipo exploratorio, descriptivo, explicativo y experimental. La metodología general a seguir es la empleada en las investigaciones de decisión multicriterio propuesta por Simon, H. (1960) [36], como complemento al análisis de los datos, se toman elementos de la metodología fundamental para la ciencia de datos de IBM propuesta por Rollins, J. (2015) [102] así como de la revisión bibliógrafica de las investigaciones relacionadas con el tema.

El documento se desarrolla de la siguiente manera: en el capítulo 1, a manera de introducción se ha descrito y justificado el problema de estudio indicando los objetivos de la investigación y resultados esperados con el alcance. En el capítulo 2 se presenta el marco teórico relacionado al problema seguido el capitulo 3 muestra el estado del arte y descripción ampliada del problema, en el 4 se explica la metodología propuesta, en el 5, se muestra la experimentación, resultados y finalmente en el 6 se exponen las conclusiones y propuesta de trabajo futuro.

1.4 Tareas de investigación

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos se propone como metodología general de investigación las empleadas en los problemas de toma de decisión multicriterios, que toman como base las cuatro etapas de un problema de toma de decisiones: inteligencia, diseño, elección e implementación, siguiendo cada una de estas fases se plantean las siguientes tareas de investigación, agregando la primera tarea que sirve de orientación metodológica al inicio de la investigación:

1. Realizar una revisión de la literatura con el objetivo de comprender la definición de gestión de la cadena de suministro, el proceso de CRM y sus subprocesos estratégicos como parte esencial de la gestión en la cadena de suministro, estudiar el enfoque de cartera de clientes desde el marketing y la esencia de la toma de decisiones multicriterio con los métodos más usados, para ser aplicados en la propuesta.

2. Identificar cual es el subproceso de CRM que deber ser abordado, desde qué enfoque, delimitando las principales deficiencias y el tipo de problema a abordar con los principales retos que este representa.

3. Identificar los elementos y pasos que llevaría la metodología, definir los elementos del modelo, los criterios de evaluación y las alternativas, usando las herramientas y modelos de MCDM más apropiados según la literatura consultada.

4. Realizar la clasificación de los clientes aplicando las herramientas de MCDM, según la metodología y modelo definido, con datos de una empresa caso de estudio.

5. Proponer posibles acciones a llevar a cabo en términos de la relación según los segmentos de clientes propuestos.

1.5 Conclusiones parciales

1. Hasta el momento en la literatura científica consultada, no se ha encontrado una metodología sustentada en los métodos y herramientas de MCDM, que permita el apoyo a la toma de decisiones en el proceso estratégico de CRM, desde las preferencias del tomador de decisiones, para clasificar los clientes de negocios en una cadena de Suministro.

2.En la actualidad sigue siendo de vital importancia que las empresas fortalezcan las relaciones con sus clientes y tengan conocimiento de las necesidades de este, para lograr ventajas competitivas tanto para la empresa como para la cadena de suministro, logrando llegar a cada tipo de cliente con estrategias diferenciadas.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Introducción

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos bajo los cuáles se sustenta el trabajo desarrollado, así como el estado del arte relacionado con el mismo. El capítulo está organizado de la siguiente manera: en la sección (2.2) se presenta el marco teórico relacionado con el proceso de apoyo a la decisión multicriterio, en el mismo se trata primeramente el proceso de toma de decisiones en general, y después la clasificación de los problemas de decisión y toma de decisiones bajo múltiples criterios. En el (2.3) se muestran los principios generales de optimización monobjetivo y optimización multiobjetivo, los métodos exactos y métodos heurísticos. En el (2.3) se aborda la conceptualización de la cadena de suministro con sus procesos claves. En el (2.4) se define lo que es CRM y sus subprocesos integrados a la cadena de suministro. En el (2.6) se trata la segmentación de clientes, y el enfoque de gestión de cartera de clientes tratado desde el marketing, basada en la importancia de la relación entre el cliente y la empresa y el valor del cliente. Finalmente se muestran las conclusiones del capítulo.

2.2 Apoyo a la decisión multicriterio

La toma de decisiones *(Decisión-Making)* es el proceso mediante el cual se realiza un juicio o una elección entre dos o más acciones o alternativas con el objetivo de dar una solución a un problema [88].

Según Romero (1996) un proceso de toma de decisión puede concebirse como la elección por parte de un decisor (un individuo o un grupo de individuos) de *lo mejor* entre *lo posible*. Los problemas analíticos surgen a la hora de definir *lo mejor* y *lo posible* en un determinado contexto decisional [103].

De acuerdo a Simón (1960) el proceso de toma de decisiones consiste en tres fases: fase de inteligencia, fase de diseño y la fase de elección [36].

La fase de inteligencia consiste en la identificación y estructuración del problema, definición de los objetivos, recopilación de datos. En la fase de diseño se construye y valida el modelo del problema es decir, se establecen los criterios de evaluación, se buscan soluciones y se prueba la factibilidad de las soluciones. Y finalmente la fase de elección consiste en la búsqueda, evaluación y recomendación de una solución apropiada al modelo [36].

Los problemas de decisión se clasifican a criterio de [36]:

Según la naturaleza de las consecuencias asociadas a las alternativas en: decisión bajo certeza, decisión bajo incertidumbre y decisión bajo estricta incertidumbre.

Según la cardinalidad del conjunto de alternativas pueden ser: Finito, o con un número pequeño de estas, o infinito, con un número muy grande e infinito contable e infinito incontable de alternativas

Según las operaciones que se realizan sobre el conjunto de alternativas, este puede ser de jerarquización, selección o clasificación.

Entre los conceptos esenciales que deben definirse se encuentran: atributos,

alternativas y criterios de decisión. El término atributo se refiere a los valores con los que el centro decisor se enfrenta a un determinado problema decisional, estos deben poder medirse con independencia de los deseos del decisor y a su vez ser susceptibles de expresarse como una función de las correspondientes variables de decisión. Un concepto que se relaciona con este es el de objetivo, y estará relacionado con las direcciones de mejora de los atributos, puede ser que se interprete como: "más del atributo será mejor", siendo un problema de maximización o "menos del atributo será mejor", siendo de minimización [70]. La combinación de un atributo con un nivel de aspiración, genera una meta, por ejemplo: La rentabilidad del cliente puede ser un atributo, maximizarla un objetivo, y lograr que esta sea mayor que un determinado valor, es la meta.

Los criterios son los atributos, objetivos o metas que se consideran relevantes en un cierto problema decisional. Por consiguiente el análisis de la decisión multicriterio constituye un marco general o paradigma en el que se investigan problemas decisionales con diferentes atributos, objetivos o metas [70]. Un criterio g es un mapeo de funciones con valores reales de A a $\mathbb{R}$, de modo que la comparación de cualquier par de alternativas a y b puede basarse en la comparación de los dos valores g(a) y g(b) [86]. Por lo que estos son las condiciones o parámetros que permiten discriminar alternativas y establecer preferencias del decisor. Siendo los elementos de referencia en base a los cuales se realiza la decisión. Las alternativas corresponden a propuestas factibles mediante las cuales se podrá mejorar el objetivo general.

Típicamente las preferencias del tomador de decisiones se describen por un sistema de relaciones compuesto por las relaciones P, Q, I y R [106] donde:

- P: denota preferencia estricta entre dos alternativas (el tomador de decisiones elige sin dudar una de las dos alternativas que le son presentadas),
- Q: representa la preferencia débil (el tomador de decisiones elige una de las dos alternativas pero tiene algunas dudas sobre la preferencia),
- I: denota una relación de indiferencia (el tomador de decisiones elegirá ambas

alternativas sin mostrar preferencia a favor de una o de la otra),

- R: representa la incomparabilidad (el tomador de decisiones rehúsa elegir cualquiera de las dos alternativas considerando que no puede emitir preferencia entre ellas).

Un problema a decidir puede basarse en sólo un criterio de decisión y resultaría sencillo encontrar la solución que satisface el objetivo, pero cuando existen más de un criterio para decidir se torna complejo encontrar la mejor decisión que satisfaga el objetivo, en este segundo caso estamos ante un problema de decisión multicriterio, y su complejidad varía en función de la clasificación del mismo, así como el método más apropiado a seguir para su solución.

Los métodos de decisión multicriterio son poderosas herramientas que ayudan a generar consenso en contextos complejos de decisión [82].

Estos se clasifican en dos grandes grupos: Los métodos de toma de decisión multi-atributo (MADM o también conocidos como problemas discretos), en ellos las alternativas están predeterminadas y los expertos valoran a *priori* cada criterio indicando la importancia de cada uno de ellos y los métodos de toma de decisión multi-objetivo (MODM o también conocidos como problemas continuos), en estos últimos las alternativas no están predeterminadas, pues son grupos de soluciones igualmente buenas bajo una serie de restricciones, participando los expertos a *posteriori* [91].

A su vez existen diferentes métodos dentro de los MADM para resolver estos problemas de decisión multicriterio, que según Medina y García (2016) los más conocidos se agrupan en dos grupos fundamentales:

1. Los métodos de agregación, con la teoría de la utilidad multiatributos conocido por sus siglas en inglés como método MAUT, el propósito general de estos es generar una función valor en la cual se modelizan las preferencias. Es útil para número reducido de alternativas y no existe incertidumbre. De este grupo surge

otro método conocido bajo el mismo principio, el método de proceso jerárquico AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

2. Los métodos basados en relaciones de orden, en estos se modelizan las preferencias a través de un sistema de relaciones binarias. Son métodos de decisión multicriterios agrupables o también conocidos como métodos de superación. Este grupo pertenece a la Escuela Europea de la Decisión Multicriterio, y entre los más conocidos se encuentran los métodos ELECTRE, el método PROMETHEE, el método VIKOR.

El objeto de estudio del análisis de la decisión multicriterio es el desarrollo de metodologías para el apoyo a la decisión en problemas complejos de decisión bajo múltiples objetivos, criterios o metas y que están en conflicto [128]. Este sería el caso de tener un número ilimitado de criterios y alternativas.

2.2.1 Métodos de MCDM más empleados en la literatura

De la revisión bibliográfica realizada por [3] y [119] sobre los métodos más usados de MCDM, y además teniendo en cuenta investigaciones que aplican la toma de decisiones basada en criterios múltiples que poseen relación con la temática tratada en la presente investigación como [92], [39], [69], [19] [4] [6] [122], se realizó un resumen con la esencia de cada método, así como las ventajas y desventajas de aplicar uno u otro, en la tabla 2.1 de la página 18 se muestran los métodos de MCDM más usados.

Tabla 2.1: Modelos de MCDM más usados. Fuente: Elaboración propia

Método de MCDM	Esencia	Descripción	Ventajas	Desventajas	Aplicación
AHP	Proceso de jerarquía analítica	Procedimiento de comparación por pares basado en escala lingüística para comparar la importancia de los criterios y conveniencia de alternativas contra criterios.	Las comparaciones por pares permiten ponderar coeficientes y comparar alternativas con relativa facilidad. Es escalable y puede ajustarse fácilmente en tamaño para adaptarse a la decisión debido a su estructura jerárquica. Y aunque requiere datos suficientes para realizar correctamente el par de comparaciones, no es tan intensivo como MAUT.	El método ha experimentado problemas de interdependencia entre criterios y alternativas, debido al enfoque de las comparaciones por pares. También puede estar sujeto a inconsistencias en criterios de juicio y clasificación y "no permite clasificar un instrumento de forma aislada, sino en comparación con el resto, sin identificar debilidades y fortalezas .	Jerarquización, Priorizar los objetivos que persiguen diferentes modelos de CRM, elegir el mejor jugador en las olimpiadas, clasificar productos verdes de no verdes a partir de criterios determinados en cadenas de suministro, para asignar pesos a segmentos de clientes que se obtienen empleando el k-means.
ANP	Proceso de red analítica	Forma más general de AHP, ANP estructura la decisión problema como una red	Permite la dependencia e incluye la independencia entre los criterios. Tiene la capacidad de priorizar grupos de elementos, puede manejar mejor la interdependencia que AHP y "puede apoyar una toma de decisiones compleja y en red con varios criterios. intangibles	Las asociadas al AHP, y además que ignora los diferentes efectos entre los grupos.	Se emplea generalmente en la selección de proveedores y selección de proyectos
ELECTRE	Es un método de superación basado en el análisis de concordancia.	Familia de métodos MCDA basados en la idea principal de establecer relaciones superiores.entre dos alternativas según el responsable de la toma de decisiones.	La ventaja es que tiene en cuenta la incertidumbre y la vaguedad.	Su proceso y resultados pueden ser difícil de explicar en términos simples. Además, debido a la forma en que se incorporan las preferencias, los rendimientos más bajos, bajo ciertos criterios no se muestran.	Clasificación entre alternativas de proveedores
MAUT	Teoría / Análisis de utilidades de atributos múltiple	Extensión de MAVT, incluye probabilidades y riesgo actitudes para formar funciones de utilidad	Tiene en cuenta la incertidumbre	Se necesita una cantidad increíble de información en cada paso del procedimiento para registrar con precisión la decisión del tomador de decisiones.	No es muy popular en el tema estudiado
PROMETEU	Es similar al ELECTRE, también tiene varias iteraciones y también es un método de superación.	Calcula los flujos de preferencia positiva y negativa paracada alternativa basada en las comparaciones por pares deLas alternativas	Fácil de usar	No proporciona un método claro por cuál asignar pesos	Clasificación de alternativas de proveedores
TOPSIS	Un enfoque para identificar una alternativa más cercana a la solución ideal y más lejana a la solución negativa ideal en un espacio informático multidimensional.	El método se basa en el principio de establecer una calificación sintética que tiene como objetivo determinar la distancia geométrica de cada alternativa desde la solución ideal y la solución ideal negativa. La solución ideal se define sobre la base de valores que, entre todo el conjunto de valores disponibles, dentro de los marcos de cada criterio, se consideran los mejores	Tiene un proceso simple; fácil uso y programable; el número de pasos sigue siendo el mismo independientemente del número de atributos.	Su uso de distancia euclideana hace no considerar la correlación de atributos; difícil de pesar y mantener la coherencia de juicio	Clasificación de agrupación de clientes, clasificación de proveedores pero usando el tuzzy topsis para poder recoger la vaguedad en la asignación de los pesos de los criterios, pues una de las desventajas del método TOPSIS es que los pesos de los criterios deben ser muy nítidos, estos usan una combinación del TOPSIS con AHP

De los métodos analizados el AHP, es el que más se emplea para la clasificación de alternativas cuando se trata de subprocesos de la cadena de suministro [92], [39],[69], [19], también el ELECTRE se ha empleado en gestionar la selección de proveedores [4], y el TOPSIS en la clasificación de clientes [4].

La metodología resultante en la aplicación de los modelos de MCDM debería ser según Saaty (1996) [108]:

1. simple en su construcción,
2. adaptable a las decisiones individuales y en grupo,
3. en consonancia con nuestros pensamientos, valores e intuiciones,
4. orientada a la búsqueda del consenso,
5. que no requiera una especialización suprema para su aplicación.

El método AHP (*The Analytic Hierarchy Process*) fue desarrollado por Thomas Saaty a inicios de los años 80. En su formulación inicial, AHP supone cuatro axiomas:

1. Axioma 1: Referido a la condición de juicios recíprocos: Si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_ij = \frac{1}{a_ij}$
2. Axioma 2: Referido a la condición de homogeneidad de los elementos:Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.
3. Axioma 3: Referido a la condición de estructura jerárquica o dependiente: Existe dependencia jerárquica entre los elementos de dos niveles consecutivos.
4. Axioma 4: Referido a la condición de expectativa de orden de rango: Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

El problema mediante el método AHP, se representa en un diagrama de árbol. En él existe una jerarquía entre los componentes del problema. Debe tener al menos una clasificación ordinal de 3 niveles subordinados como se muestra en la figura 2.1 de la página 20.

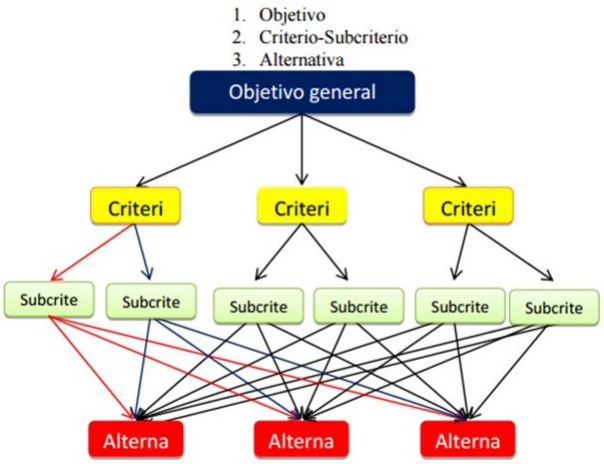


Figura 2.1: Árbol jerárquico del AHP Fuente: [1]

Se muestra en la tabla 2.2 de la página 21 la escala sobre la que se basa el método AHP.

En el método AHP cada elemento en el nivel superior es usado para comparar los elementos de un nivel inmediato inferior con respecto al primero. Es decir, todas las alternativas se comparan con respecto a los subcriterios, los subcriterios se comparan con respecto a los criterios y estos criterios se comparan con respecto al objetivo global.

Primeramente se calcula la matriz de comparación pareada entre las alternativas con respecto al criterio del nivel inmediato superior, se realiza luego la sintetización entre las alternativas y con la matriz de prioridades multiplicado por el vector de prioridad entre los criterios, se obtiene el vector de prioridad global nivel[108].

Un detalle importante en este proceso es alcanzar la consistencia entre las

Planteamiento verbal	Escala numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuerte y Extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 2.2: Escala del AHP. Fuente: [108]

opiniones pareadas que realiza el DM, siendo el grado de consistencia una limitante. Para ello se calcula la razón de consistencia a partir del índice de consistencia y el índice de consistencia aleatoria explicado en [108]. El índice de consistencia para considerarse aceptable debe ser menor o igual que 0.10, para valores superiores a 0.10, se considera que existe inconsistencia entre las evaluaciones emitidas por el DM, y deberá revisarse esta ponderación hasta lograr el valor de consistencia deseado [108].

El diseño inicial del AHP desarrollado tiene como limitante para la presente investigación que requiere la comparación por pares entre todas las alternativas para cada criterio o subcriterio definido, lo cual se dificulta para un número grande de alternativas. Ante lo cual la propuesta de [30] de usar el AHP con calificaciones o *Ratings*.

Es una variante del AHP tradicional, en la que se le incluye un nuevo nivel de jerarquía al árbol que serían las categorías que pueden tomar los citerios o subcriterios, en esta variante no se incluyen las alternativas en la representación ver 2.2 de

la página 22

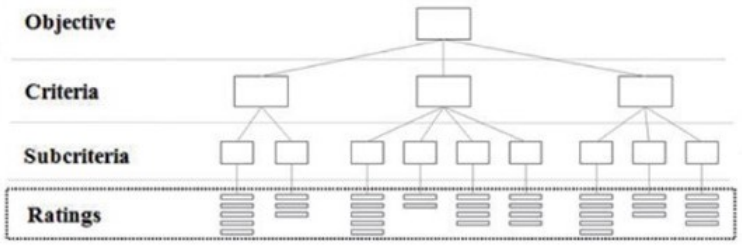


Figura 2.2: Árbol jerárquico del AHP con Calificaciones o *Ratings* Fuente:[30]

Las calificaciones en el AHP (*Ratings*) son como un conjunto de niveles de intensidad (o categorías) que sirven como base para evaluar el desempeño de las alternativas en términos de cada criterio y / o subcriterio. Las categorías que forman las calificaciones deben estar claramente definidas, para describir adecuadamente el criterio / subcriterio. En este caso la evaluación es realizada por niveles de intensidad (categorías) atribuidos a cada subcriterio relacionado con cada alternativa, en lugar de evaluar las alternativas por comparaciones por pares [30].

Saaty (1987, 2006, 2008) sugiere que cuando se trabaja con las calificaciones, los vectores de prioridad obtenidos se idealizan, es decir,la mejor categoría recibe el valor 1 y las demás deben ser proporcionalmente más pequeñas. La síntesis de resultados en este caso, que es decir la prioridad de las alternativas finales se encuentran agregando los valores que se refieren a la multiplicación entre las propiedades de cada categoría y las prioridades globales de cada criterios/subcriterios en estas categorías [30].

Método ELECTRE (*ELimination Et Choix Traduisant la REalité*), este método pertenece a la familia de los métodos multicriterios de clasificación por clases de superación, y a su vez posee versiones mejoradas del método original desarrollado por Bernard Roy en 1960. El objetivo principal del método es la partición del conjunto de alternativas viables en alternativas superiores e inferiores [32]. La técnica utiliza

información objetiva y / o subjetiva para evaluar simultáneamente un conjunto de alternativas A bajo diferentes criterios de evaluación C, que pueden ser homogéneos, heterogéneos, cuantificados, calificados o una mezcla de los mismos. El camino es a través del uso de relaciones de preferencia, que compara las evaluaciones parcialmente asignadas a las alternativas, identificando las mejores a través de un proceso de sobrevaloración.

Inicialmente se requiere la información siguiente:

- Conjunto de alternativas $A = \{a_i\}$ para *i=1,2,...m*
- Serie de atributos o criterios de decisión $C = \{c_j\}$ para *j=1,2...n*
- Valoraciones cualitativas o cuantitativas para cada alternativa y criterio, con las que se conforma la matriz inicial de resultados, $R = \{R_{ij}\}$ para *i=1,2,...m* y *j=1,2...n*. Es conveniente conformar una matriz homogénea con estos resultados debido a la diferencia que pueden tener las escalas de los mismos.
- Vector de pesos que refleja la importancia relativa que posee cada criterio según el DM, $P = \{p_j\}$ para *j=1,2...n*
- Una escala de valoración para cada criterio que debe ser monótona creciente o decreciente y en función de la satisfacción con cada criterio.

Con los datos iniciales se conforma la matriz inicial como se muestra en la figura 2.3 de la página 24.

		Criterios o atributos $\{c_j\}$			
		c_1	c_2	...	c_n
Alternativas $\{a\}$	a_1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1n}
	a_2	R_{21}	R_{22}	...	R_{2n}
	...	...	...	...	...
	a_m	R_{m1}	R_{m2}	...	R_{mn}
Pesos $\{p_j\}$		p_1	p_2	...	p_n

Figura 2.3: Matriz de decisión Homogénea del ELECTRE Fuente:[32]

Con la matriz lo primero que se realiza es la normalización de los valores de esta, de modo que queden entre 0 y 1 y en el sentido de que el máximo valor sea siempre preferible al mínimo. Después se pasa a aplicar las pruebas de concordancia y discordancia propias del método ELECTRE, con las cuales se conforman la matriz de concordancia y discordancia respectivamente. La concordancia cuantifica hasta que punto para un elevado numero de criterios, la alternativa A_h es preferida a A_k, por tanto mide la superioridad o igualdad de una alternativa sobre otra. La discordancia cuantifica hasta que punto no existe ningún atributo para el que la alternativa A_k es mucho mejor que la A_h, finalmente se realiza el análisis de los umbrales mínimo de concordancia y máximo de discordancia para establecer las relaciones de sobre calificación, obteniendo la matriz de sobre calificaciones y los grafos correspondientes [42].

El uso de umbrales discriminatorios (indiferencia y preferencia) lleva a la construcción de un modelo de pseudocriterio para cada criterio, para lograr tener en cuenta el carácter imperfecto de la evaluación de las acciones y la arbitrariedad al construir una familia de criterios [86].

Los umbrales discriminatorios explican la arbitrariedad y la naturaleza imperfecta de las actuaciones, y se utilizan para modelar situaciones en las que la diferencia entre las actuaciones asociadas con dos acciones diferentes en un criterio dado puede que se comporte de modo que:

- Justifique la preferencia a favor de una de las dos acciones (umbral de preferencia, p_j).
- Sea compatible con la indiferencia entre las dos acciones (umbrales de indiferencia, q_j).
- Ser interpretado como una duda entre optar por una preferencia o una indiferencia entre las dos acciones.

Estos umbrales ($p_j \geq q_j \geq 0$) pueden ser constantes o variar a lo largo de la escala. Cuando son variables, debemos distinguir entre directo (el rendimiento de la peor acción se tiene en cuenta) e inverso (cuando se calculan utilizando el mejor rendimiento) [43].

Una versión más actual de este método, es el ELECTRE Tri, estos métodos tienen la característica de no compensación entre los criterios. Además, una vez que se establece el modelo, al insertar nuevas alternativas, no es necesario reclasificar las existentes, porque los métodos hacen comparaciones con los límites de los criterios para ordenar cada elemento nuevo.

El método ELECTRE Tri permite resolver un problema de *sorting* con categorías preestablecidas, las categorías se ordenan de peor (C_1) a mejor (C_k). Cada categoría debe caracterizarse por un perfil inferior y superior [86].

Donde $C = \{C1, .., Ch, .., Ck\}$ denota el conjunto de categorías. La asignación de una acción dada a a una determinada categoría C_h resulta de la comparación de a con los perfiles que definen los límites inferior y superior de las categorías; b_h es el límite superior de la categoría C_h y el límite inferior de la categoría C_{h+1}, para todo $h = 1, ..., k$, para un límite de categoría dado b_h, esta comparación se basa en la credibilidad de las afirmaciones $a\mathbf{S}b_h$ y $b_h\mathbf{S}a$ [86] [43].

Este método realiza dos procedimientos de clasificación, uno optimista y otro pesimista, los cuales en función de las puntuaciones obtenidas por cada alternativa,

para cada criterio, buscan clasificar cada alternativa en relación a un conjunto predefinido de categorías, donde cada categoría es limitada por dos perfiles adyacentes [31], como se ilustra en la figura 2.4 de la página 26.

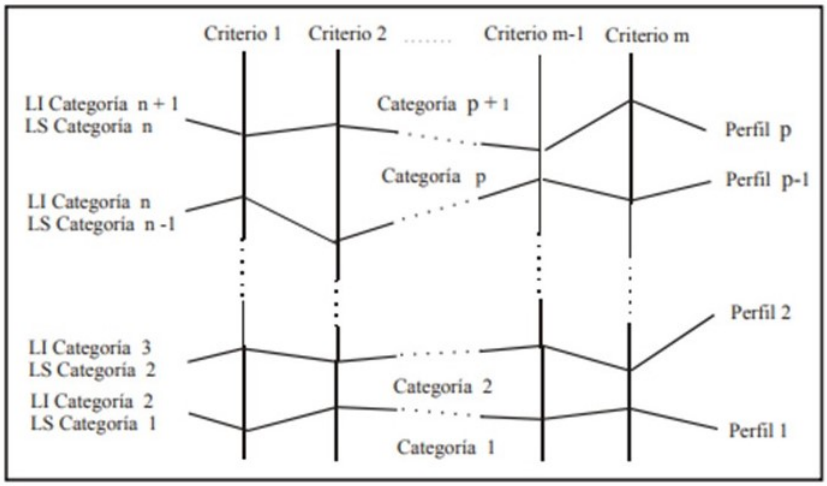


Figura 2.4: Perfiles del ELECTRE Tri Fuente: [31]

El ELECTRE TRI no solo permite determinar la preferencia o indiferencia de una alternativa sobre otra, sino también la "incomparabilidad". Esta es la forma en que el método saca a relucir particularidades en las evaluaciones, lo cual sucede producto de puntuaciones erradas realizadas por el decisor o de un mal modelado del problema, siendo reflejo esto de la complejidad propia de un problema de MCDM. Los parámetros del modelo ELECTRE Tri a determinar dentro del problema a abordar según [31] [86] son:

- Índice de Concordancia Parcial y Global: Este índice expresa que tan buena es una alternativa en relación a un determinado perfil. Si se considera un criterio, se dice que es parcial; y si se consideran todos los criterios, se dice que es global
- Índice de Discordancia Parcial y Global: Este índice expresa hasta que punto se discrepa con la afirmación de que tan buena es una alternativa en relación a

un determinado perfil. Si se considera un criterio, es parcial; y si se consideran todos los criterios, se dice que es global.

- Índice de Discordancia Parcial y Global: Este índice expresa hasta que punto se discrepa con la afirmación de que tan buena es una alternativa en relación a un determinado perfil. Si se considera un criterio, es parcial; y si se consideran todos los criterios, se dice que es global.

- Límite de corte λ: Determinado por el decisor, varía entre $0.5 \leq \lambda \leq 1$. Es el menor valor del índice de credibilidad compatible con la afirmación de que una alternativa subordina a un perfil. Valores de λ más cerca de 1, vuelven los resultados más rigurosos.

- Límite de preferencia (p): Representa la mínima diferencia aceptada entre la puntuación de una alternativa y un perfil para un criterio cualquiera, de forma que se considere que existe preferencia entre ellos.

- Límite de indiferencia (q): Representa la máxima diferencia aceptada entre la puntuación de una alternativa y un perfil para un criterio cualquiera, de forma que se considere que no existe una preferencia entre ellos.

- Límite de veto (v): Representa la mínima diferencia entre las puntuaciones de una alternativa y un perfil, para que se invalide la afirmación de que la alternativa sea preferible al perfil.

2.3 Principios generales de optimización monobjetivo y multiobjetivo

La Inteligencia Computacional y la Investigación de Operaciones surgieron para dar respuesta a problemas complejos que surgen en el contexto actual. En la interfaz entre ambas tareas encontramos los problemas de optimización [81].

Cagnina (2010) define una tarea de optimización como un proceso que consiste en encontrar la mejor solución candidata de entre una colección de alternativas. Esta tarea se plantea como un problema estructurado con funciones de variables de decisión, que deben o no satisfacer un conjunto de restricciones [16]. Un problema de optimización se conforma por una o varias funciones objetivo y (posiblemente) una o varias restricciones. Matemáticamente, este problema se describe mediante los siguientes elementos:

1. Variables de decisión: contienen los valores que se modifican para resolver el problema.

2. Función/es objetivo: pueden ser una o varias. Estas funciones se expresan en términos de las variables de decisión, y el resultado de su evaluación es el que se desea optimizar (maximizar o minimizar). Si sólo una función es considerada se habla de un problema de optimización mono-objetivo. Si varias funciones son consideradas, el problema se denomina optimización multiobjetivo.

3. Restricciones: expresadas en forma de ecuaciones de igualdad o desigualdad, se deben cumplir o satisfacer para que la solución sea considerada factible, es decir, válida. Si el problema no presenta restricciones, todas las soluciones son válidas.

En un problema multiobjetivo se tiene un conjunto de objetivos que deben ser minimizados simultáneamente, y por lo general los objetivos están en conflicto, es decir, a la mejora de uno se empeora otro. Por tal razón al optimizar el modelo no se llega a una solución óptima con respecto a todos los objetivos, sino a un conjunto de soluciones eficientes, y se generaliza el concepto de optimalidad con la definición de orden de Pareto y es conocida como pareto eficiente [36].

Existen métodos para resolver estos problemas multiobjetivos, los más conocidos son el de sumas ponderadas, método lexicográfico y el método de *epsilon* restricción. Así como medidas de desempeño para evaluar la calidad del conjunto de

soluciones obtenidas del frente de Pareto como son:

1. Minimizar la distancia entre el frente de Pareto aproximado.
2. Maximizar la distribución de las soluciones encontradas.
3. Maximizar la cantidad de elementos del conjunto de Pareto encontrado

Según Ángeles (2015) es más apropiado usar una combinación de estas métricas para asegurar una mejor evaluación del algoritmo.

2.4 Gestión de la cadena de suministro

Los clientes de hoy en día exigen ser tratados como individuos únicos y requieren que sus cadenas de suministro proporcionen de manera consistente combinaciones configurables de productos, servicios e información de alta calidad que puedan evolucionar y evidenciar su adaptación al cambio. Las empresas saben que, a menos que puedan estructurar infraestructuras ágiles y cadenas de suministro que puedan garantizar la personalización, la entrega de respuesta rápida y la capacidad de proporcionar un valor de mercado único, sus clientes migrarán rápidamente a proveedores alternativos [104].

Dentro de una cadena de suministro son múltiples las decisiones que se deben tomar y cada una de estas decisiones afecta el comportamiento de la misma. La investigación sobre decisiones en la cadena de suministro es amplia; en la literatura se encuentran trabajos sobre selección de proveedores, localización de instalaciones, planeación de la manufactura, planeación de transportes, planeación de la distribución y algunas otras más [36].

Como resultado, la gestión de la cadena de suministro (SCM) ha venido pasando de un enfoque específico, centrado en los costos, a un enfoque más amplio

que busca la sostenibilidad de la cadena. En los últimos años, la investigación ha buscado ampliar los enfoques actuales en SCM para capturar estos objetivos con el fin de garantizar la sostenibilidad a largo plazo [90].

Las publicaciones sobre cadenas de suministro tuvieron un crecimiento constante desde finales de los años setenta, principalmente a partir del año 2000, hasta el año 2008, lo que evidencia la relevancia del tema en esta época. Sin embargo, después de este año el número de publicaciones se ha estabilizado, con decrecimiento en algunos años. Por su parte, las publicaciones de cadenas de suministro con múltiples objetivos han venido creciendo constantemente desde el año 2003 y hasta final del año 2013 se han publicado un total 1.292 de estos artículos en las bases de datos consideradas, donde el 80 % pertenece a los últimos 6 años, lo que muestra la importancia que el tema ha tenido en la última década [90].

Una cadena de suministro se define como un conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) que participan directamente en los flujos ascendentes y descendentes de productos, servicios, finanzas o información de una fuente a un cliente [83].

Los subprocesos que componen la gestión de la cadena de suministro según Croxton, K. et al (2001) son:

1. Gestión de la relación con el cliente
2. Gestión del servicio al cliente
3. Gestión de la demanda
4. Cumplimiento de la orden
5. Gestión del flujo de fabricación
6. Adquisiciones
7. Desarrollo de producto y comercialización

8. Devoluciones

En la presente investigación se trabaja en el subproceso de gestión de relaciones con el cliente, hasta el momento se han encontrado investigaciones que emplean modelos de decisión multicriterio para determinar los criterios que sirven para evaluar la lealtad del cliente [116]. Otras que emplean los MCDM para seleccionar el socio de CRM más adecuado para una empresa [15], pero en las investigaciones consultada no se han encontrado estudios que desarrollen modelos de toma de decisiones multicriterio en CRM como subproceso de la cadena de suministro.

También tratan los modelos de MCDM para generar un modelo de desempeño para la empresa basado en el cuadro de mando integral, y en este definen indicadores de rendimientos para la perspectiva de clientes [23] que pudieran tenerse en cuenta a la hora de diseñar indicadores de desempeño en cuanto a las relaciones con los clientes para la cadena de suministro.

2.5 El CRM integrado a la cadena de suministro

La gestión de relación con el cliente o CRM (*Customer relationship management*) como sus siglas en inglés lo indican, es el proceso que provee la estructura para desarrollar y mantener las relaciones con los clientes [29]. La lealtad del cliente no es un accidente, afirma Berry (2004), al resaltar que es esencial el conocimiento acumulado del cliente, de sus gustos, presupuesto y sus niveles de reservas en relación al producto que se le oferta [10]. La gestión de la relación con el cliente resume un conjunto de estrategias de negocio orientadas a los clientes cuyos objetivos son: encontrar, obtener, construir y consolidar una relación estratégica a largo plazo [29] [73][53]. Está compuesto por subprocesos estratégicos y operativos [73]. En la literatura consultada, existe consenso en definir el CRM en tres aristas fundamentales:

desde una perspectiva estratégica, desde una de comercial y marketing y desde el enfoque de las TICs [53], o según la clasificación de Buttle y Maklan (2019) CRM se clasifica en estratégico, analítico y operativo [12]. En esta investigación se sigue la perspectiva de Croxton (2001), uno de los autores contemporáneos más citados del tema, refiriéndose al CRM con un enfoque estratégico en la empresa y en la cadena de suministro [29][74][62][72] [53][117].

El objetivo de CRM es permitir la arquitectura continua de la generación de valor de las empresas y las redes de la cadena de suministro en las que estas participan, para construir relaciones rentables y sostenibles con los clientes [104].

Según Espinal y Montolla (2009), dentro de sus ventajas se considera la facilidad para la administración de la información relacionada con los clientes y aumento de su satisfacción, reducción de costos y mejora en la productividad debido a la automatización de actividades [41].

Existen autores en la literatura científica que abordan este concepto bajo el enfoque de las TICs o enfoque operativo, y lo tratan sólo como herramienta para recolectar datos de los clientes, fundamentalmente relacionado con el área de ventas, marketing y servicio al cliente, y dependerá del tipo de cadena de suministro tenerlo o no implementado. El CRM mejora la gestión de la SCM debido a que permite conocer información acerca de las necesidades y satisfacción de los clientes, lo cual, puede mejorar la estimación de la demanda e influir en los procesos hacia dentro de la cadena, pues es un proceso estratégico clave[41][74][61].

Entre las desventajas para implementar el CRM y que sea efectivo, se considera la dificultad para garantizar el cambio de la cultura organizacional, enfocándose al cliente, cuando el CRM se concibe como un proceso estratégico en la organización [101], altos costos cuando lo que se desea implementar es una herramienta de CRM, desvinculado de la estrategia de la empresa y de la cadena, las cuales fracasan en la mayoría de los casos [61]. pues si bien es cierto que el CRM una gran parte es tecnología, es posible que falle como una solución exclusiva de tecnología [24].

En su búsqueda de iniciativas de marketing, ventas y servicios existe gran variedad de aplicaciones de tecnologías de CRM para las empresas de hoy en día. Entre las funciones cubiertas están las ventas por Internet, la automatización de la fuerza de ventas (SFA), el servicio, la gestión de las relaciones de asociación, la facturación, el pago electrónicos y el análisis de CRM [104]. Es importante dejar claro que no es esta perspectiva la que se desarrolla en la presente investigación, este es un enfoque operativo del CRM, la presente investigación es desde la perspectiva estratégica, pudiéndose emplear esta información como datos de entrada en caso que se cuente con los *softwares* implementados en la empresa en la que se aplique la metodología propuesta.

Por ello según la autora de la presente investigación, la definición de CRM asumida es: el proceso estratégico multifuncional de negocio, que proporciona la estructura de cómo deben ser desarrolladas y mantenidas las relaciones con los clientes, generando valor al comprador y vendedor. Es un medio para lograr rendimientos financieros superiores en una cadena de suministro. Y se deben tener en cuanta los dos componentes del CRM: tanto la comprensión del cliente como el tipo de relación a desarrollar[73][5][58].

En la investigación se asumen como subprocesos estratégicos de CRM, los propuestos por Douglas M. Lambert en cada una de las investigaciones desarrolladas por este autor, mencionadas en la presente investigación, correspondientes a los años 2008, 2010 y 2017 [72][74][72].

Según este autor, el proceso de CRM se divide en cinco pasos o etapas estratégicas y siete procesos operativos que operacionalizan la estrategia. A continuación se explica cada uno de los subprocesos estratégicos de CRM:

1. *Revisar las estrategias corporativas y de marketing:* En este primer proceso el equipo de CRM revisa la estrategia corporativa y la estrategia de marketing para identificar mercados y segmentos objetivos que sean críticos para el éxito de la organización ahora y en el futuro. Las estrategias son declaraciones di-

reccionales que proporcionan orientación en términos de los mercados a servir y los segmentos de clientes a los que apuntar, el tema de posicionamiento que diferencia al negocio de sus competidores y los canales utilizados para llegar al mercado.

2. *Identificar criterios para segmentar clientes dentro de los diferentes segmentos de mercados:* En este subproceso el equipo identifica los criterios que se utilizarán para segmentar clientes dentro de los mercados y segmentos objetivos identificados en el primer subproceso. Este segundo nivel de segmentación proporciona pautas para determinar qué clientes califican para anuncios de servicio público a la medida y qué clientes se agruparán en segmentos para una política estándar. Este subproceso está desarrollado para proporcionar valor al segmento y cumplir con los objetivos de rentabilidad de la empresa para ese segmento. Los posibles criterios que propone el autor a tener en cuenta para segmentar los clientes son: niveles de rentabilidad, potencial de crecimiento, volumen, competitivo problemas de posicionamiento, acceso al conocimiento del mercado, objetivos, niveles de margen, nivel de tecnología, recursos y capacidades, compatibilidad de estrategias, canal de distribución y comportamiento de compra (lo que impulsa su decisión de compra). Estos indicadores permiten clasificar a los clientes según el nivel en que se encuentren en la cadena de suministro y brindan una medida en amplitud y profundidad de los clientes.

3. *Proporcionar pautas para el grado de diferenciación en los acuerdos de productos y servicios:* Esto implica desarrollar las alternativas de diferenciación considerando los ingresos y costos de cada uno. El autor propone desarrollar estrategias para clientes estratégicos y no estratégicos. Para algunos clientes, se incrementarán los recursos y en otros casos serán recortados. Se trata de igualar los recursos de la empresa para el valor a corto y largo plazo de los clientes de la empresa.

4. *Desarrollar un marco de métricas:* El desarrollo del marco de métricas implica delinear las métricas de interés y relacionarlas con el impacto del cliente en la

rentabilidad de la empresa, así como el impacto de la empresa en la rentabilidad del cliente. El equipo de proceso tiene la responsabilidad de asegurar que las métricas utilizadas para medir el rendimiento de los otros procesos no estén en conflicto con las diseñadas para CRM.

5. *Desarrollar pautas para compartir la mejora en los beneficios del proceso con los clientes:* En el subproceso final, el equipo desarrolla las pautas para compartir beneficios de mejora de procesos con los clientes. El objetivo es realizar mejoras en el proceso de soluciones beneficiosas para todos tanto la empresa como el cliente. Si todas las partes involucradas no se benefician de los esfuerzos de mejora de procesos, será difícil obtener su compromiso pleno y sostenido. El equipo de CRM debe cuantificar los beneficios del proceso de mejoras en términos financiero.

Como parte de los subprocesos operativos de CRM se definen los que explicados a continuación:

1. *Segmentar clientes:* Este subproceso de CRM, es esencial en la presente investigación, por lo que se explicará en detalle más adelante.

   El objetivo es identificar a aquellos clientes que desean y merecen un trato especial para que las ofertas se puedan adaptar a satisfacer sus necesidades al tiempo que logra los objetivos de ganancias de la empresa para clientes. Una medida clave que propone este autor es la rentabilidad actual de cada cliente combinado con potencial de crecimiento. Esta información se usa para priorizar los clientes en el proceso de CRM. Los segmentos pueden variar de un año a otro, por tanto la meta es comprender lo que impulsa los números y reasignar recursos sobre esa base [74][29].

2. *Preparar los equipos de gestión de cuentas y segmentos:* Los equipos son multifuncionales con representación de cada una de las áreas funcionales incluyendo marketing, ventas, investigación y desarrollo, logística, producción, sistemas

de información, compras y finanzas. Los miembros de cada función aportan su experiencia al equipo.

3. *Revisar internamente las cuentas:*

   Determinar el crecimiento de las ventas de productos comprados y su posición en la industria. El equipo de CRM debe tener la capacidad de comprender y cumplir las prioridades de los clientes, así como identificar oportunidades para crear valor.

4. *Identificar oportunidades con las cuentas:* En este subproceso se debe identificar prioridades de los clientes que se ignoran y encontrar una manera de responder de manera rentable a ellos. Una vez que el equipo tiene una comprensión de los clientes, trabajan con cada cuenta o segmento de cuentas para desarrollar oportunidades de mejora en ventas, costos y servicios. En el contexto de la cadena de suministro, también es importante comprender qué aporta valor a los clientes más allá del nivel 1 en la cadena.

5. *Desarrollar los acuerdos de productos y servicios:* En el quinto subproceso, cada equipo desarrolla las políticas de atención y servicios (PSA) para su cuenta o segmento de cuentas. El PSA es un acuerdo que coincide con los requisitos del cliente con las capacidades de la empresa y los objetivos de rentabilidad de la empresa para cada cliente. Cada equipo primero describe y redacta el PSA, y luego gana el compromiso de las funciones internas. Este subproceso alinea los objetivos comerciales del cliente y la empresa para que las expectativas de cada lado sean realistas y entendidas por ambas organizaciones.

6. *Implementar los acuerdos de productos y servicios:* En este subproceso, los equipos implementan los anuncios de servicio público, que incluye la realización de sesiones de planificación periódicas con cada cliente clave.

7. *Medir el rendimiento y generar informes de rentabilidad:* Los equipos capturan e informan las medidas de rendimiento del proceso y aseguran que no están en

conflicto con las métricas de cada una de los otros procesos. El valor debe medirse en términos de costos, impacto en las ventas y asociarlos con la inversión, y los esfuerzos realizados.

No obstante el enfoque CRM continúa evolucionando y ya no sólo implica centrarse en el conocimiento y valor del cliente para la toma de decisiones estratégicas de marketing, sino que entrelazado a este concepto desde inicios de la década del 90 comienza a vincularse la relación del cliente con una nueva visión de la gestión estratégica empresarial y sobre todo del marketing, esta apunta a comprender y conocer el valor del cliente (Customer Value, CV), con el objeto de mantener relaciones duraderas, orientando a optimizar cada uno de los aspectos que incrementan el valor del tiempo de vida del cliente (Customer Lifetime Value, CLV), basando su gestión en el concepto de cliente como un activo, y que constituye una nueva tendencia para apoyar la toma de decisiones en CRM [117] [115] [111].

2.6 La clasificación de clientes desde el enfoque de CRM

Autores reconocidos destacan la importancia de diferenciar las estrategias de marketing a adoptar según el nivel en que se encuentre la relación con cada uno de los clientes [55] [51], pero para lograr esta diferenciación se debe establecer métricas y métodos que permitan diferenciarlos adecuadamente.

La clasificación de clientes usualmente se asocia con el concepto de segmentación de clientes, y sobre esta rama se han desarrollado investigaciones destinadas a la segmentación de clientes, entre los autores más citados se encuentran [84] [52] [25] [66] [65], por sólo mencionar algunos.

La segmentación de clientes se define como la división de los clientes en grupos internamente consistentes y que poseen características similares[46]. Existen dos ti-

pos de segmentación según los definidos por [46], la segmentación de clientes cuando se refiere a la segmentación del consumidor final con más investigaciones dedicadas a este tipo de estudios, y la segmentación de clientes de negocios, que es cuando se tratan de clientes mayoristas o intermediarios entre el consumidor final y la empresa focal. La segmentación de clientes en general busca mejorar la efectividad y eficiencia de diferentes estrategias de mercadeo[44].

Por otro lado existe una arista de investigaciones que han venido desarrollando un enfoque para diferenciar a los clientes basado más en el valor que aporta la relación con estos [55] [114]. Esta tendencia heredada y adoptada del área de finanzas, trata al cliente como un activo, en los que se realizan inversiones de las cuales es posible obtener a priori su valor actual y rendimiento. A este enfoque se le conoce desde el marketing como el enfoque de cartera de clientes [79] [87] [109], y existen criterios desarrollados para diferenciar los diferentes tipos de relaciones que se establecen con los clientes y en función de estos poder establecer la diferenciación entre estos.

La diferenciación de la relación con los clientes bajo el enfoque de cartera se basa generalmente, en el valor de vida del cliente [114] [111], que se define más adelante.

En este punto vale aclarar que el análisis de cartera se centra en analizar el valor de los clientes existentes desde el punto de vista de la empresa focal, mientras que la segmentación generalmente se centra en dividir el mercado en distintos subconjuntos de clientes homogéneos en función de las necesidades del cliente o comportamiento de compra [114]. Esta diferencia es válida para la presente investigación, pues el interés de la presente, es dividir los clientes (clasificarlos en subconjuntos, como el proceso de segmentación) pero teniendo en cuenta un análisis de la importancia del valor de la relación con el cliente, y no se trata del mercado final o clientes finales, sino de clientes de negocios enmarcados en una cadena de suministro.

El enfoque de cartera de clientes desde la perspectiva del marketing, pretende determinar la importancia estratégica de los clientes en la medida que contribuyen

al valor actual y futuro de la empresa para en función de ello asignar los recursos, es un modo de diferenciar los clientes [51][113]. Debe entenderse a los clientes como una combinación de activos que deberían ser gestionados según sus diferencias [56]. Este enfoque agrega valor al proceso de gestión de relaciones con el cliente (CRM) [115]. Además, ayuda en la diferenciación, y posiciona la base de clientes de la compañía como una cartera de relaciones de intercambio que crean valor durante un período de tiempo [115].

Viktoriya (2017), en un análisis de 32 publicaciones de autores que abordan el enfoque de cartera de clientes desde el marketing entre los años 1976-2016, define que la gestión de la cartera de clientes es parte de la gestión de CRM, y sirve para analizar la rentabilidad de las relaciones entre los compradores y el vendedor, permite la toma de decisiones en la asignación de recursos limitados para la organización, especialmente en el área de marketing y asegura a largo plazo rentabilidad de las relaciones entre estos[111].

Según Kotler et. al.,(2015) la gestión efectiva de la cartera de clientes ayuda a segmentar a los clientes significativos estratégicamente para la empresa, del resto, algo vital para el éxito de las empresas [68] [111] [115].

2.6.1 Clasificación de clientes basada en la importancia de la relación

Se entiende por relación al vinculo con los clientes, esta relación debe ser de intercambio y vista como mecanismo para crear valor a través de la coordinación de la producción, el consumo y los ecosistemas relacionados. El valor creado en la relación de intercambio es una función directa de ambas partes, tanto de las capacidades y estrategias del cliente como de la compañía [55].

El propósito de una relación de intercambio es conectar las necesidades del

cliente con los recursos y ofertas de un proveedor, en la que ambas partes se sientan satisfechas. Para [100] y [117] el propósito de las relaciones con los clientes es optimizar el valor de cada relación teniendo en cuenta la evaluación del intercambio de valor entre el cliente y la empresa. A la unión de este intercambio de valor, el autor le denomina **valor del cliente**, y a partir de esto afirma que las decisiones de las estrategias de marketing se deben basar en el valor del cliente como un concepto integrador.

Desde la perspectiva de la compañía, la creación de valor es el proceso de entender la heterogeneidad de las necesidades del cliente, desarrollando productos (bienes y servicios) para llenar esas necesidades y emparejar los clientes con sus productos a través de estrategias de marketing, en competencia con otros proveedores, maximizando las ganancias [68].

Desde la perspectiva del cliente, este elige el proveedor o proveedores que proporcionan los mayores beneficios esperados menos cualquier asociación de costos y riesgos, donde los beneficios abarcan un conjunto de cualidades, procesos y/o capacidades[55].

Para evaluar la relación de intercambio en la diferenciación de clientes se deben definir indicadores que midan este valor, que como se ha venido describiendo tiene dos dimensiones, la dimensión para la compañía (proveedor) y la dimensión para el cliente [117].

Los modelos y métricas empleadas para establecer esta diferenciación varían notablemente entre sí, pero tienen en su centro: elementos de seguimiento de análisis de clientes y estrategias de asignación de recursos[113][56].

A la diferenciación de los clientes que se realizada basada en el valor de la relación existen autores que suelen asociarlo al término de gestión de la cartera de relaciones, para referirse a la gestión de cartera de clientes, que refleja el enfoque explicado anteriormente[55][117][115][71].

Al comprender el concepto de CRM, se aprecia que existe alineación entre la definición de CRM y la clasificación de los clientes que se realiza basada en la importancia relación y el análisis del valor del cliente. Pero dado que la relación es desde ambas partes, no sólo debe enfocarse en el valor que genera el cliente para la empresa, sino también en el valor que genera la empresa para el cliente en una relación ganar-ganar.

En los siguientes epígrafes se muestran los criterios que se pueden emplear para medir la importancia de la relación desde ambas perspectivas.

2.6.2 Evaluar el beneficio de la relación desde la perspectiva de la empresa

En este epígrafe se explicaran las métricas usadas desde el enfoque de cartera de clientes y desde el de segmentación de clientes. Aunque existe investigaciones que tienden a mezclar estos enfoques, las mismas se mencionan en el estado del arte [66] [65] [110] [78] [38]

La mayoría de los modelos de cartera de clientes, usan matrices que contienen 2 o 3 dimensiones para diferenciar los diferentes grupos de clientes y visualizar resultados. Las métricas de análisis de clientes varían significativamente, desde métricas financieras o "duras"hasta subjetivas o "blandas". Los modelos consultados por ella se centraron principalmente en clasificar los clientes existentes a través de criterios taxonómicos. Con el tiempo, las modelos evolucionan y utilizar un conjunto de herramientas interdisciplinarias mucho más complejas[111].

Cabe señalar que entre los indicadores cuantitativos más comunes usados se encuentran: el volumen de ventas, costos de servicio y rentabilidad del cliente. Al mismo tiempo, indicadores como el valor de relaciones, fuerza de relación, importancia estratégica del cliente, satisfacción del cliente son los de tipo blando más

usados[111].

En otras investigaciones del enfoque de gestión de la cartera de clientes el indicador usado es el CLV (Customer Life Value), este se explica en detalle más adelante, esta es una métrica que, en dependencia del investigador, se puede emplear para el caso de clientes contractuales o no contractuales, existiendo modelos para obtenerlos que varían en su fórmula de cálculo según los datos que se tengan y del nivel de precisión que se desee [44].

En esta investigación se trabaja con clientes contractuales, siendo aquellos que la empresa conoce el periodo de terminación del contrato y el tiempo que el cliente se espera esté con la compañía, en este caso es más sencillo estimar o conocer el comportamiento de compras del cliente[44]. En el caso de los no contractuales, con los modelos de CLV, se busca predecir principalmente la probabilidad de que un cliente permanezca o termine la relación con la compañía. La duración de la relación cliente-empresa está estrechamente ligada al flujo de ingresos por parte del cliente, por lo tanto la expectativa de vida del cliente está relacionada con el CLV de tal manera que una mayor expectativa de vida se traduce en mayores CLV para la empresa[44].

En esencia el concepto de CLV se asocia con el calculo de la rentabilidad del cliente, este es similar al calculo de los flujos netos esperados actualizados que se obtienen en finanzas, con la diferencia, que este se calcula para cada cliente en específico o para cada segmento de estos, y se tiene en cuanta la posibilidad de que el cliente abandone la empresa y se vaya a la competencia en su expresión. Es un concepto que generaliza en una categoría más amplia, los criterios empleados en la segmentación de los clientes, este esta basado como se había dicho en la perspectiva del valor que aporta cada cliente o segmento de clientes a la empresa [51] [117]. En la fórmulas para su calculo puede apreciarse esta afirmación.

Las tres categorías que se vinculan al calculo del CLV son:

- Tasa de retención: índice de medida de la fidelidad de una base de clientes, o segmentos de clientes. Probabilidad de que un cliente se mantenga vivo o repita la compra [50].
- Ingresos: Se refiere a las ganancias que aporta el cliente debido a las compras que realiza, el gasto medio en compras.
- Costos: Lo que se invierte en ese cliente.

Básicamente, su enfoque es conocer cuánto margen puede contribuir un determinado cliente para la empresa. Es la contribución total neta que un cliente genera durante su tiempo de vida sobre el valor total de la cartera de cliente. Es la suma de todos los ingresos ganados desde el cliente, en el tiempo de vida de las transacciones, después de la deducción del coste total de atraer, vender y servir a este, tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo [117]. Sin embargo, a esta definición que sólo toma en cuenta el valor futuro que el cliente puede generar, es apropiado agregarle también el valor que el cliente ya ha generado a la empresa, ante lo que Hwang, Jung, y Suh (2004) proponen para calcular el CLV tener en cuenta tres dimensiones: El valor actual o contribución pasada, el valor potencial o contribución futura y la expectativa de vida del cliente [52]. En muchas organizaciones esta incluido el CLV como métrica dentro del análisis financiero, sobre todo para poder evaluar la rentabilidad del área de marketing.

El modelo estructural básico para el cálculo del CLV fue el propuesto por Berger y Nasr (1998). En general el modelo tiene tres componentes: el valor que el cliente aporta a través del tiempo o beneficios obtenidos v(t), la duración del servicio o probabilidad de que el cliente abandone la empresa o se mantenga activo en el período s(t), por ejemplo, los autores proponen que puede usarse la tasa de retención anual, coincidiendo con lo planteado por [50] en que esta puede calcularse según la empresa y asumirse como un valor establecido por la empresa, y finalmente un factor de descuento que representa el valor actual de cada peso d(t). Cada componente puede ser calculado separadamente o mediante un modelo combinado. Cada uno de los

componentes de la ecuación es una función que varia en el tiempo, la industria en la cual que se vaya a evaluar el modelo y la información disponible en la empresa [52][44].

$$CLV_i = \sum_{t=1}^{T} v(t) \cdot s(t) \cdot d(t) \tag{2.1}$$

La expresión propuesta por [117], se deriva del modelo estructural básico para el calculo del CVL, toma en cuenta los costos de adquisición del cliente, así como costos propios de campañas de marketing que sería v(t), también se incluye un factor de retención del cliente estimado, que sirve para reflejar la lealtad que un cliente pudiera tener en el período de análisis, siendo s(t), y la tasa de descuento d(t), en esta propuesta el CVL representa la ganancia actual neta del tiempo de vida del cliente:

$$CLV_i = -CA_i + \sum_{t=1}^{T} r_{ti}^{t} * [\frac{(IA_{ti} + IR_{ti} + IC_{ti} + IV_{ti}) - (CS_{ti} + CM_{ti})}{(1+d)^t}] \tag{2.2}$$

Donde:

- CA_i: Representa el costo de adquisición del cliente i
- $(IA_{ti} + IR_{ti} + IC_{ti} + IV_{ti})$: Se refiere a los ingresos por diferentes conceptos del cliente i
- r_{ti} : Tasa de retención del cliente i en el período t. Generalmente autores como [7] sugiere que se estime para segmentos pequeños de clientes, de modo que se pueda tener un valor más cercano a la realidad, o como propone [50], puede asumirse como un valor constante dependiendo de la compañía para periodos de tiempos dados
- $(CS_{ti} + CM_{ti})$: Se refiere a los costos de servir al cliente y a los costos de marketing de retener al cliente i respectivamente
- d: Tasa de descuento para las inversiones de marketing

- T: Duración (en años) del período de proyección

Otra variante para el calculo del CLV es la propuesta por Gupta y Donald (2006)(2008), reconocidos como los autores más citados en el tema, definen el CLV como el valor presente de todas las ganancias futuras obtenidas de un cliente y en la expresión para su calculo reflejan los ingresos y costes más recurrentes de un cliente en particular desde un período de tiempo determinado, y lo definen como el margen o beneficio del cliente, multiplicado por una razón compuesta de la tasa de retención y la tasa de descuento usada por la compañía para sus inversiones de marketing, en su propuesta incorporan explícitamente la posibilidad de que un cliente pueda desertar a competidores en el futuro, esta expresión sirve para el calculo del CLV de un cliente y de un segmento [49][48][50]:

$$CLV_i = \sum_{t=0}^{T} \frac{(P_t - C_t) * r_t}{(1+i)^t} - AC_i \tag{2.3}$$

Donde:

- P_t: Precio pagado por el cliente en el tiempo t
- C_t: Costo directo directo del servicio en el tiempo t
- $(P_t - C_t)$: Para una variante de esta formula se sustituye por **m** siendo el margen o beneficio promedio de un cliente suponiéndolo constante y en un horizonte de tiempo infinito.
- r_t: probabilidad de que el cliente repita la compra o esté *vivo* en el momento de análisis También se conoce como ratio de retención (generalmente entre 60-90 por ciento) y proponen que se tome como constante según la compañía
- i: Tasa de descuento para las inversiones de marketing o ratio de descuento (usualmente entre 8-16 por ciento)
- AC_i: El costo de adquisición del cliente, en esta variante en que se considera el margen de ganancia para un tiempo indefinido este valor no se toma en cuenta en la expresión, pues tiende a ser nulo

- T: Horizonte de tiempo para estimar CLV

Siguiendo el criterio de Hwang, Jung, y Suh (2004), de tomar en cuenta el aporte pasado del cliente en el momento de obtener el CLV quedaría como la siguiente expresión [52]:

$$CLV_i = \sum_{t_i=0}^{N_i} v_p(t_i) \cdot (1+d)^{N_i - t_i} + \sum_{t_i=N_i+1}^{N_i+E_i} \frac{v_f(t_i) + B_{t_i}}{(1+d)^{t_i - N_i}} \tag{2.4}$$

En esta expresión la primera parte de la suma representa el valor actualizado de la contribución pasada del cliente en el momento actual, y la segunda se corresponde con la contribución futura del cliente, similar a los modelos visto anteriormente. Donde, t_i es el periodo de tiempo evaluado, N_i los periodos de tiempo o antigüedad del cliente i en la compañía, d es la tasa de descuento o costo de capital, E_i es la expectativa de vida del cliente i, $V_p(ti)$ es la contribución pasada del cliente i en el periodo t, $V_f(ti)$ la contribución futura del cliente i en el periodo t, y B_{t_i} los beneficios potenciales de cliente i en el periodo t.

Como se puede observar según los modelos propuestos para el calculo del CLV, el riesgo de contar con un cliente o no, es un elemento propio de la gestión de clientes, y en estos modelos queda reflejado en la probabilidad de contar o no con el cliente o tasa de retención como también se le llama, sin embargo autores que defiende la teoría moderna de cartera de clientes a partir de ajustes al modelo de Markowitz (1959), proponen obtener el riesgo a partir de la desviación de los flujos netos de efectivos esperados, y este se puede calcular de manera independiente al calculo del CLV [109][87][109][79].

Al igual se ha venido analizando la métrica empleada desde el enfoque de cartera de clientes, siendo el CLV la más usada, seguidamente se mencionaran las métricas empleadas cuando se consultan las investigaciones que emplean el término de segmentación de clientes.

Para la segmentación de clientes es habitual emplear el modelo desarrollado por Punj y Stewart en 1983 [94], conocido por sus siglas como RFM, que responden al

nombre de las tres métricas que lo componen: Recesión, Frecuencia y Monetario.Es el modelo más popular usado para la segmentación de clientes, desde los autores contemporáneos más citados como [84] [52] [25], hasta investigaciones actuales como [78] [93], lo usan para diferenciar los grupos de clientes.

Se definen cada una de estas tres variables como sigue [95]:

1. *Recesión:* Mide cuando fue la última interacción del usuario con la empresa, respecto del momento temporal que nos interese para el estudio (Si se pudiera realizar la medición tomando en cuenta cualquiera de las vías por la que lo hizo pues mucho mejor).

2. *Frecuencia:* Cuantifica el número de compras en un periodo definido. Normalmente se suele trabajar con periodos de un año porque aportan una información de un periodo de tiempo que es representativo, aunque es adaptable para cada tipo de negocio. Es importante que las unidades de medida sean las mismas en este indicador y el anterior.

3. *Análisis Monetario:* Es el dinero que se gasta el cliente. No siempre tiene que ser monetario, sino que represente el valor que tiene para la empresa ese cliente. Pudiera ser el compromiso que tiene el usuario, una manera más actual de medirlo es viendo el numero de veces que lo referencia en redes sociales, por ejemplo.

En algunos casos al modelo orinal RFM, le agregan otros dos indicadores, como el indicador: longitud, que representa la duración de la relación del cliente con la empresa, puede ser de corta o larga vida, el mismo cobra más o menos sentido evaluarlo según el tipo de servicio o producto que ofrece la empresa y el tipo de clientes con los que se trabaja [123], obteniéndose el modelo LRFM como variante del RMF. También se le agrega como criterio: la periodicidad, que es la manera de medir la tendencia repetitiva en las compras, obteniendo la versión de modelo conocido como LRFMP, estas variantes mejoran al modelo RFM, pues este en su

definición inicial sólo tiene en cuenta el período de la última compra, reflejado en el indicador R (Recencia, referido a los días transcurridos desde la última compra), siendo esto una de sus limitantes[66].

Un aporte importante para la presente investigación de las investigaciones consultadas sobre segmentación de clientes, es el modo de estructural los estudios, así como conocer los métodos empleados para realizar el agrupamiento basado en los criterios mencionados o algunas variaciones de estos. Este análisis se muestra en el siguiente capítulo.

Según Valenzuela (2007), Gupta y Lehmann (2008) y Flamino (2016) las principales aportaciones del empleo de la gestión de la cartera de clientes usando el CLV se resumen a continuación [49] [117][44]:

1. Conduce a una orientación hacia el cliente
2. El desempeño del CLV es mejor que otras métricas usadas para evaluar a los clientes individuales, como por ejemplo, las ganancias generadas por el cliente en períodos previos, o el valor pasado del cliente, o simplemente la duración del tiempo de vida del cliente
3. Los administradores de negocios pueden mejorar sus utilidades por medio de diseñar comunicaciones de marketing que maximicen el CLV
4. Pone énfasis en la rentabilidad futura (frente a la actual) en lugar de la participación o las ventas
5. Las mejoras en la tecnología de la información y la fácil disponibilidad de datos de transacciones permiten a las empresas realizar análisis de nivel individual en lugar de depender de medidas agregadas basadas en encuestas, como la satisfacción
6. Garantiza una segmentación más eficiente que otras metodologías, se obtienen grupos más homogéneos al segmentar los clientes por su valor económico que

al segmentarlos por el puntaje dado por el modelo RFM

2.6.3 Evaluar el beneficio de la relación desde la perspectiva del cliente

Basado en la relación de ganar-ganar en las relaciones en CRM, se han desarrollado desde la perspectiva del marketing investigaciones que estudian la percepción del valor para el cliente, conocido como valor del cliente, el autor [115] propone desde su perspectiva teórica, usar el nivel óptimo de servicio que requiere el cliente, como una métrica que se puede emplear desde esta perspectiva.

Tener conocimiento sobre lo que el cliente percibe como valor a partir del servicio o producto que adquiere, brinda ventajas a la empresa. En la actualidad contar con los datos necesarios para conocer más y mejor a los clientes es vital[10][12].

Por tanto, conocer las causas del comportamiento satisfactorio o no de las métricas relacionadas con la satisfacción del cliente es vital para el desarrollo de estrategias de marketing [96][68].

Existen varios métodos para medir el nivel de servicio al cliente como: panel de usuarios (focusgroup), grupos de discusión y entrevistas de profundidad, informes del personal en contacto con los clientes (grupos de diagnóstico), investigaciones de mercado, encuestas de satisfacción de clientes, cliente oculto (mystery shopping), seguimiento de las muestras de insatisfacción, análisis de indicadores operativos internos, medidas directas de la prestación [96].

Entre las investigaciones relacionadas con la evaluación del valor percibido por el cliente de la relación con la empresa, aparece el modelo propuesto por Racet et al. (2017), el cual se basa en el Modelo de las Cinco Brechas del Servicio al Cliente, propuesto por Gómez y Acevedo (2007), es una propuesta que refleja la subjetividad que por naturaleza posee este tema, es por ello que la medición del valor percibido

por el cliente la realizan con una comprensión de la brecha entre las expectativas de los clientes y las percepciones de atributos de rendimiento del producto o servicio a partir de la conjugación de todos los elementos subjetivos y tangibles que intervienen en la relación entre la empresa que ofrece el servicio y/o producto y el cliente [45] [96]. Es un modelo basado en lógica difusa compensatoria. Las bondades de aplicar esta herramienta en la gestión de procesos empresariales se aprecia en [97] [98]. Las variables que se emplean para evaluar el nivel de servicio redactadas en forma de predicados plantean que: no van a existir diferencias entre la percepción de la empresa y las expectativas del cliente:

- Si se realiza investigación de mercado y si se tiene interacción con los clientes.
- Si se establecen estándares y se diseñan procesos que garanticen buena calidad de los productos suministrados y la correcta información sobre el producto.
- Si existe alta disponibilidad de variedad de productos, se satisface las expectativas del cliente, se cumple con los plazos acordados de entrega del producto, con las condiciones de envase y embalaje adecuadas y seguras.
- Si se satisfacen las expectativas del cliente en cuanto a durabilidad del producto.

Por otra parte se plantea que: Para que la empresa tenga buena interacción con los clientes, deben realizarse encuestas de satisfacción del cliente, debe existir un buen sistema de quejas y sugerencias, la empresa debe ofrecer cortesía, buen trato y honestidad hacia sus clientes y además debe garantizar facilidades para que el cliente la contacte. No se presentaran diferencia entre el desarrollo de los estándares de servicio y la entrega real del servicio, si la empresa garantiza la relación precio-calidad del producto final y cumple con las normas establecidas de trabajo. Esta información se obtiene a través de encuestas, o a través de entrevistas [96].

A continuación se expone lo que existe en el estado del arte hasta el momento de los temas que se abordan en la presente investigación, así como una descripción

más amplia del problema a abordar.

2.7 Conclusiones parciales

1. Los métodos y herramientas de MCDM, pueden ser empleados para desarrollar modelos más flexibles y ajustados a las necesidades de la empresa, que sirvan para clasificar los clientes desde el enfoque estratégico de CRM, pues se pueden tomar en cuenta a priori las preferencias del tomador de decisiones, e incorporar en un único modelo los criterios que mejor caractericen las relaciones entre la empresa y sus clientes, ya sean los que describen el valor de cada relación para la empresa en la cadena de suministro, o los que miden al cliente como su activo principal. Así como también, criterios que estiman la importancia de la relación desde la perspectiva del cliente.

Capítulo 3

Estado del arte y descripción del problema

En este capítulo en la sección del estado del arte se muestra el modo de abordar esta problemática por los autores más reconocidos del tema hasta el momento, con las principales deficiencias que aun limitan este campo de investigación. Seguidamente se profundiza en la descripción del problema de clasificar clientes en una cadena de suministro empleando los métodos de MCDM, desde la perspectiva de CRM estratégico, teniendo en cuenta indicadores basados en la importancia de la relación entre la empresa y el cliente.

3.1 Estado del arte

3.1.1 Organización de la bibliografía consultada

Para realizar el análisis del estado del arte se sigue la metodología explicada a continuación por pasos:

1. Definir los temas y subtemas a tratar, los cuales se muestran en la 3.1 en la

página 54.

2. Buscar 50 y 60 artículos más citados relacionados con los temas y subtemas, según sea el caso y un conjunto de palabras claves. Luego Ordenar en forma descendente según número de citas. Seleccionar los 10 más citados por subgrupos de temas, o los que tengan 50 citas o más.

3. En el total de artículos, identificar los 20 autores más citados (aplicar un procedimiento similar al anterior para seleccionarlos) de los 50 o 60 artículos seleccionados anotar los autores y coautores y sumar las citas de los artículos en los que aparezcan. Ordenar por número de citas descendentes y seleccionar los 20 primeros.

4. Clasificar artículos y autores según: subtemas, fecha de publicación, considerándolos de la siguiente manera:

   - clásico: antes del 2000
   - contemporáneo: del 2000 al 2015
   - recientes: del 2016 a la fecha actual

5. Posteriormente se crea un libro de MS Excel, que contenga dos tablas en hojas separadas, una para los 20 artículos más citados y otra para los 20 autores más citados. La tabla de artículos contiene las columnas siguientes: año, autores, título, revista (o editorial en caso de libro, o institución en caso de tesis), palabras clave del artículo, subtemas, número de citas. La tabla de autores contiene las columnas siguientes: nombre completo, número de citas de artículos clásicos, número de citas de artículos contemporáneos y número de citas de artículos recientes.

6. Repetir los pasos 2-4 restringiendo ahora el dominio a las listas de bibliografías que aparecen en los 20 artículos. Actualizar en consecuencia las tablas de Excel creadas en el paso 5. Como resultado se seleccionan los 20 artículos más citados y los 20 autores más citados. De los artículos más citados se crea una ficha

que contenga los datos generales, incluidos resumen, novedad científica y una valoración personal sobre el tema tratado.

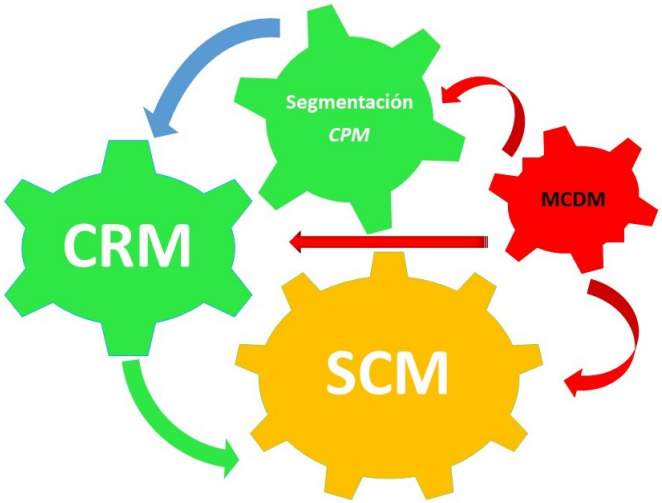


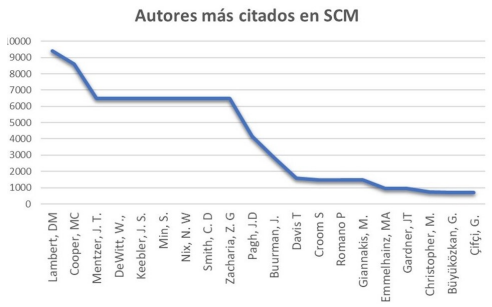
Figura 3.1: Temas a investigar. Fuente: Elaboración propia

La búsqueda se realizó de manera estructurada usando principalmente las combinaciones de términos siguientes con variaciones similares a las planteadas:

1. *"SCM proces", "SCM and MCDM"*
2. *"CRM proces", "CRM and SCM and MCDM"*
3. *"Customer Segmentation, Customer Segmentation and MCDM"*
4. *"Customer Portfolio management (CPM)", "Customer Portfolio and MCDM"*

La búsqueda se realizó en Google Académico, para la descarga y organización fue usado el gestor bibliográfico Mendeley, y la aplicación Evernote para tomar notas, organizar y archivar la información relevante de cada uno de los artículos seleccionados.

En la figura 3.2 de la página 55 se muestran los gráficos con los autores más citados de cada uno de los temas tratados.



(a) SCM

(b) CRM

(c) Segmentación

(d) CPM

(e) MCDM

Figura 3.2: Autores más citados por subtemas tratados. Fuente: Elaboración propia

La clasificación según el año, de los artículos más citados en cada uno de los temas y subtemas abordados aparecen en la tabla 3.1 de la página 56. Vale aclarar que estos son sólo el núcleo esencial de los artículos de partida para la investigación, pues se consultaron otros de reciente publicación, y de los de antes del año 2000, que no se incluyen en la lista donde aparece (NI) en la tabla, pues el número de citas es bajo. Solo en el caso del la gestión de la cadena de suminitro por ser un tema más antiguo, si aparecen investigaciones más citadas antes del año 2000. En relación a los

artículos de MCDM, se buscaron en esta etapa aquellos que estuviesen relacionando métodos de MCDM con alguno de los temas que se están tratando.

Tabla 3.1: Núcleo de los primeros artículos más citados por cada tema. Fuente: Elaboración propia

Rango de años	SCM	CRM	Segmentación	CPM	MCDM	Total
2016-Hoy	5	2	7	5	3	22
2000-2015	2	3	6	6	12	29
Antes del 2000	3	NI	NI	NI	NI	3
Total más citados	10	5	13	11	15	54

A continuación se muestra el análisis crítico del estado del arte.

3.1.2 Análisis crítico del estado del arte

El análisis del estado del arte esta dirigido a las temáticas de investigación mencionadas al inicio del capítulo. Esta investigación contribuye a mantener la articulación entre los conceptos de cadena de suministro, la gestión de CRM estratégica y la clasificación de clientes en una empresa, basada en herramientas y métodos de la teoría de apoyo a la decisión multicriterio. En el capitulo 1 se mencionaba brevemente que existe carencia de investigaciones que incluyan los modelos de apoyo a la decisión multicriterio en la gestión de relaciones con los clientes desde el enfoque estratégico y acá se argumenta esta afirmación.

En la bibliografía consultada se aprecia que se han aplicado métodos MCDM en ciertos procesos de la cadena de suministro, entre ellos destacan los dedicados sobre todo a la selección de proveedores [126] [125] [40], localización de instalaciones, planeación de la manufactura, planeación de transportes, planeación de la distribución [34] [36]. También se observan en estudios dedicados a evaluar el desempeño entre

las cadenas de suministro, siendo los métodos AHP y DEA (Análisis de envoltura de datos) los más populares[76] [112] [14].

La aplicación de los métodos de MCDM relacionados con el proceso de CRM estratégico, ha estado más enfocado hacia la evaluación del desempeño del proceso de CRM en la empresa, haciendo uso de los modelos DEMATEL, TOPSIS y AHP fundamentalmente [64], más que a propiciar una mejor ejecución de este proceso desde la clasificación estratégica de los clientes. Hasta el momento, se encuentran investigaciones que aplican el método AHP, pero sólo como un complemento en la determinación de los pesos de los grupos que se obtienen al segmentar clientes con algoritmos de agrupamiento [110] [127] [46] [78] [93].

Lo anterior apoya la ausencia en la revisión bibliográfica realizada, de una metodología que trate la clasificación de clientes sustentada totalmente en los modelos de MCDM.

Como parte de este análisis se elaboró la figura 3.3 de la página 59 con una combinación de los artículos más citados y recientes de cada tema abordado en esta investigación. En la misma se reflejan investigaciones enfocadas solo a la segmentación de los clientes, aisladas de la la estrategia de CRM, y de la cadena de suministro, otras que mencionan la importancia de la relación entre la empresa y el cliente para el mejor desarrollo de la cadena de suministro, pero desde el aspecto teórico. En esta tabla se pueden apreciar la tendencia seguida en la segmentación de clientes, desde la perspectiva de CRM estratégico en el momento actual, empleando por una parte el modelo RFM, por otra el CLV, otras combinados, otras que destacan la importancia de que las empresas necesariamente deben alinearse con las cadenas de suministro y en las que las relaciones entre empresa y cliente juegan un papel esencial.

La leyenda de los elementos valorados en la tabla se muestra a continuación:

- **SCM**: Se trata a la empresa como un componente vital dentro de la cadena de suministro

- **Imp. Relación**: Se refleja la importancia de evaluar la relación entre la empresa y el cliente, y no solo ver la perspectiva del comportamiento del cliente
- **CRM**: Si se toma en cuenta la intensión de la empresa, su estrategia, los recursos de los que dispone, para en función de esta estrategia establecer la manera de realizar la segmentación de los clientes
- **RFM**: La segmentación se realiza basa en el modelo tradicional de tres variables para para segmentar clientes, explicado en el Capitulo anterior
- **CLV RFM(pond.)**: Se emplean los mismos criterios del modelo RFM o variación de este, y el calculo del CLV lo obtienen multiplicando las variables del modelo RFM por un peso que se obtiene generalmente empleando el método AHP [65][110][37][93]
- **CLV**: Se calcula el CLV según la rentabilidad que aporta el cliente, desde el enfoque del cliente como un activo, según lo explicado en el capitulo anterior.
- **Otros criterios**: Si se proponen otros criterios a tener en cuenta para diferenciar las relaciones con los clientes
- **Algorit.**: Qué métodos emplean para realizar la segmentación
- **Método de MCDM**: Se emplea algún método de MCDM para en la segmentación.
- **Categorías**: Cuántas categorías proponen para agrupar los clientes finalmente
- **Client**: Se evidencian en la segmentación la inclusión de criterios que evalúan la satisfacción del cliente

Autor	SCM	Imp. Relación	CRM	Client.	RFM	CLV/RFM (pond.)	CLV	Otros criterios	Algorit.	Método de MDCM	Catgrias.
*Miglautsch (2000)**					X				Quintiles		5
*Wang et al. (2004)**		X	X				X	X	Gráfico, Std		8
*Cheng y Chen (2009)**			X		X				K-means, Rough Ret		3,5,7
*Khajvand et al. (2011)**			X		X	X			K-means	AHP	4
*Khajvand y Tarokh (2011)**					X	X			K-means*, X-means, Two step	AHP	4
*Chen et al.(2012)**					X				K-means		5
Güçdemir (2015)					X				K-means	AHP	5
Safari et al.(2016)			X			X			Fuzzy C-means	AHP	9
*Dursun y Caber (2016)**					X				K-means		8
Ray y Mangara (2016)						X		X	IDB, K-means	AHP	6
Peker et al.(2017)					X			X	K-means		5
Ravasan y Mansouri (2018)					X				K-means	ANP Fuzzy	4
*Pratomo et al.(2019)**							X		K-means		4
Pramono et al. (2019)			X			X		X	Ward, K-means	Fuzzy AHP	3
*Johnson y Selnes (2004)**		X	X				X				3
*Johnson y Selnes (2005)**		X	X				X				
*Terho y Halinen (2007)**		X	X				X				
*Homburg et al. (2009)**		X	X				X				
Terho (2009)		X	X				X	X			
Sackmann et al. (2010)		X	X				X	X			2
*Thakur y Workman (2016)**		X	X	X			X				4
Norouzi y Albadvi (2016)		X					X				
Monalisa et al. (2019)						X			Fuzzy C-means, PCI	AHP	
*Croxton et al. (2001)**	X	X	X	X				X			
*Lambert et al. (1998)**	X	X	X	X							
*Lambert y Cooper (2000)**	X	X	X	X							
*Lambert y Enz (2017)**	X	X	X	X							
Propuesta de la investigación	X	X	X	X			X	X		Combinados	4

Figura 3.3: Resumen del análisis de la literatura más relevante. Fuente: Elaboración propia

Al segmentar los clientes primeramente se definen los criterios a tener en cuenta, según [47] no deben ser los mismos criterios a usar para la segmentación del consumidor final, que para los clientes de negocios, mayoristas o comerciales. La investigación trata la clasificación de clientes de negocios.

La metodología adoptada por autores que se centran sólo en el subproceso de segmentar los clientes [84][52][25][22][93], se divide generalmente en dos etapas fundamentales, primero se obtienen los datos sobre las métricas a evaluar en la empresa, generalmente es el área de marketing la involucrada y después se trabaja con los datos aplicando algún algoritmo de agrupamiento, puede que se apliquen métricas para determinar la mejor cantidad de *cluestering* en algunos casos [93][78] o no. En este grupo de investigaciones existe la tendencia a realizar la segmentación de los clientes, basada en los tres criterios del modelo tradicional RFM (mencionados en el capitulo dos) o aplicando alguna variante a este [46][93][78], esta segmentación es por agrupamiento [89].

Sobre los criterios empleados en la segmentación, existe un grupo en el que prevalece el empleo del modelo RFM, desde los autores contemporáneos hasta los actuales como son [84][25][37][93]. Entre ellos hay otras que usan los indicadores RFM y otorgándoles un peso, obtienen una variante de CLV [66][65][110][93][85] que consiste en sumar las tres variables ponderadas del modelo RFM. Existe otro grupo que se centra en ver al cliente como un activo, estas son las investigaciones del enfoque de gestión de cartera de clientes desde el marketing, en ellas se aprecia una marcada intensión de trabajar para desarrollar las relaciones existentes, como la base para gestionar mejor los clientes en la empresa, son las de este grupo las que proponen una mejor definición del CLV y expresiones más completas para su calculo [52][55][115][50].

A pesar de que autores como [55][115][87][111][117], coinciden en la importancia del CLV para gestionar la segmentación de clientes, existen diferentes modelos para calcular este indicador [113], aunque la esencia es la misma. Unos modelos incluyen

el concepto de los costos para restarlo del beneficio total, obteniendo una especie de ganancia neta del CVL del cliente multiplicada por la tasa de retención y descuento [55][117][115] y otros lo usan sólo sumando los indicadores del modelo RFM ponderado como se mencionaba anteriormente [85][37][93][110][78]. No obstante, se coincide con los autores, que usar una expresión para el calculo del CLV u otra, varía en función de las necesidades y disponibilidad de la información de cada empresa, pero siempre será un indicador de gran impacto para la clasificación de la relación con los clientes, mejor que emplear sólo los del modelo RFM. Las propuestas mejores elaboradas para el calculo del CLV, en su mayoría son estudios teóricos desde la perspectiva del marketing [49][55][115].

Otro punto a tener en cuenta sobre la elección de los criterios para la clasificación, es que no es suficiente realizarla basada sólo en este tipo de indicadores tangibles, sino que se deben tener en cuenta otros factores de vital importancia [73][113]. Además no basta sólo con considerar los intereses de la empresa, sino también, los del del cliente, como miembro importante de la relación, pues según [73][74], la forma correcta de llevar adelante una adecuada gestión de la cadena de suministro actualmente, es basada en las relaciones entre cliente y empresa.

De lo anterior se intuye que actualmente aun existe un vacío en cuanto a la aplicación de otros tipos de métricas diferentes al CLV e indicadores del modelo RFM, que pueden emplearse para clasificar clientes comerciales desde el enfoque del CRM estratégico, en las cadenas de suministro. Existen las métricas propuestas por [29] y [113], mencionadas en el capítulo dos, de estas, algunas son de corte cualitativo, sin embargo son propuestas teóricas, y las nuevas tendencias destacan la importancia de combinar fuentes complementarias y analíticas de valor, en el proceso de clasificación, lo cual se acerca más a tener una visión de 360° de cada cliente [44], a lo que la autora le agregaría, no sólo del cliente, sino de la relación con este.

Esta idea cobra más fuerza, al apreciar que en la bibliografía consultada, el modelo de RFM se aplica generalmente en la segmentación de clientes que constitu-

yen consumidores finales, y los indicadores que se seleccionen como métricas para la clasificación de los clientes no deben ser los mismos cuando se trata con clientes de negocios, que son mayoristas [46] que con los consumidores finales. Es para el tipo de clientes de negocios en que los criterios propuestos por [29] y [113] así como la importancia de evaluar la relación, cobran mayor importancia.

Las investigaciones enfocadas en la segmentación y que se basan sólo en los criterios del modelo RFM o sus variantes, generalmente emplean algoritmos de agrupamiento en su solución. Según estudio realizado por [46], en la década del 2000 al 2010, hubo un auge de aplicar técnicas de aprendizaje a la segmentación de clientes, generalmente se emplearon algoritmos evolutivos, técnicas de redes neuronales, algoritmos genéticos, optimización de enjambres de partículas (PSO) y colonias de abejas artificiales. Este autor en su investigación en el año 2015 propone aplicar el Fuzzy AHP para ponderar los criterios y luego aplica como algoritmo de agrupamiento el *K-means* finalmente realiza una clasificación integrada de estos grupos obtenidos. En las investigaciones consultadas, como se observa en la 3.3 de la página 59, el algoritmo de agrupamiento más usado es el *K-means* [46][77][17], incluso [65], evidencia que es superior al algoritmo *X-means* y al *two step*. No obstante los autores reconocen la dificultad que presenta la pura aplicación del algoritmo de agrupamiento, y es que no brinda una jerarquización de los grupos que se obtienen, estos autores usan el método AHP con sus variantes, para saldar esta deficiencia.

La desventaja de realizar la segmentación con estos enfoques (Basada sólo en el modelo RFM y algoritmos de agrupamientos) es que se reducen los limites de alcances del análisis, resultando ser una imagen fotográfica de los clientes de la empresa en un momento dado [111], siendo en este sentido, el indicador CLV, mejor variante según la propuesta del enfoque de cartera desde el marketing.

Otra limitante es que no permiten incluir criterios que dependen de las preferencias humanas [69], así como tampoco indicadores que describen otras características importantes del cliente de negocio dentro de la cadena de suministro y son a los que

hace alusión Lambert (2010)(2017), quien indica que se deben tener en cuenta en la gestión de CRM dentro de la cadena de suministro, a lo cual que se suma Terho (2009), en entrevistas realizadas a empresarios reconocidos internacionalmente [73] [113]. Las investigaciones más citadas dedicadas a la segmentación de clientes [52], [25] y [66], destacan la importancia de realizar este proceso como un subproceso de de CRM. Sin embargo aun estos modelos no han logrado integrar todos los componentes relevantes (criterios) que deberían incluirse para realizar la clasificación de clientes teniendo en cuenta el valor de la relación entre la empresa y el cliente en ambos sentidos dentro de un sólo modelo [117].

Siguiendo la línea anterior, se deben desarrollar modelos flexibles que permitan tener indicadores relacionados con al importancia de la relación entre la empresa y el cliente, de los cuales surgen indicadores de tipo cualitativos cargados de gran subjetividad, pero que igualmente son válidos para discernir entre un tipo de cliente u otro. En general, los modelos desarrollados recientemente para la clasificación de clientes, se basan solo en el enfoque del CLV como único criterio o en los propuestos en el modelo RFM.

Para poder incluir en un modelo o algoritmo esta variedad de métricas, tanto cuantitativas como cualitativas, y que respondan a los intereses estratégicos del departamento de Marketing, de la empresa y la cadena en general, los métodos y herramientas MCDM brindan esta posibilidad.

Y es que los algoritmos de agrupamiento por sí solos, no capturan la importancia relativa de cada segmento, ni reflejan las preferencias subjetivas del tomador de decisiones en este proceso, sobre todo cuando se deben mezclar múltiples criterios subjetivos, que son de vital importancia para el análisis[113].

Con el sólo uso de estos algoritmos los grupos que se forman generalmente emergen del comportamiento propio de los datos, por la homogeneidad o no entre estos, y pueden ser espontáneos en su cantidad, sin embargo lo que se persigue desde el enfoque estratégico de CRM como proceso en la cadena de suministro tiene una

visión justamente diferente, [74][29], estratégicamente lo que se desea es tener categorías predefinidas a las que se le asignan los clientes, así como una cantidad mínima factible de categorías, las cuales en las investigaciones estudiadas oscilan entre dos y cinco generalmente, desde las propuestas teóricas consultadas[115][55][111][109], debe ser una cantidad que permita llegar con estrategias claramente diferenciadas en base a los posibles recursos con los que se cuente para invertir en cada segmento o asignar recursos para desarrollar las relaciones mutuamente ventajas para las partes involucradas [44].

El DM debe responder a los intereses de la cadena, no sólo a los de la empresa, para eso la segmentación se basa en la importancia de la relación, sin embargo las investigaciones se centran en determinar el valor de la relación sólo desde la perspectiva del cliente o de la compañía, y aunque hacen hincapié en la importancia de tener en cuenta ambas partes, hasta el momento sólo se han encontrado investigaciones de aporté teórico que carecen de aplicaciones empíricas en este sentido [115],[117].

La propuesta de [115] propone establecer cuatro categorías para agrupar los clientes: Platino, oro, plata y bronce, ubicados en una matriz en la que cada cuadrante simboliza un segmento diferente de clientes. Según el cuadrante donde quede ubicado el cliente serán las estrategias a aplicar para mantenerlo o cambiarlo de categoría.Para esto propone el proceso en un plano con el valor para la empresa y la perspectiva del servicio al cliente. En la figura 3.4 de la página 65 se observa la matriz propuesta por el autor.

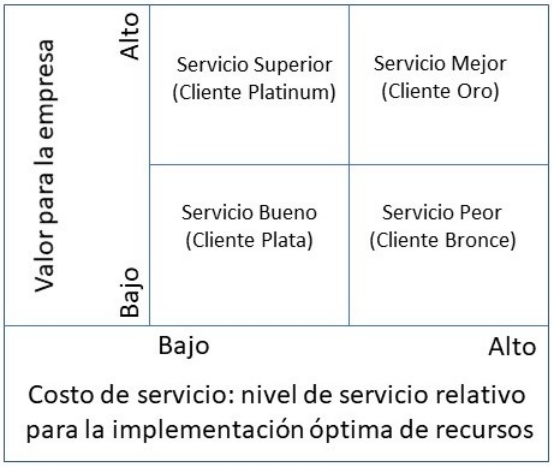


Figura 3.4: Propuesta de segmentación de clientes en cuatro categorías. Fuente:[115]

3.2 Descripción del problema

En una cadena de suministro un conjunto de actores deben establecer estrategias que favorezcan a todos los miembros de la cadena por lo que es necesario contar con métodos y herramientas que permitan diferenciar (clasificar) a los clientes teniendo en cuenta indicadores basados en la relación como expresa [72], así como la subjetividad del DM propia de ese proceso[92] en la toma de decisiones, para establecer estrategias diferenciadas y optimizar los recursos empleados en desarrollar la relación.

La definición de la clasificación de clientes desde la perspectiva de CRM para una cadena de suministro que se asume es la propuesta por [29], mostrada en el capítulo 2.

Del análisis de la literatura consultada de autores reconocidos en el tema como [29], [72], [72], [46],[18],[5], [117], [43] se resume como problema de la investigación el siguiente:

El problema general que se aborda en esta investigación es encontrar el modo de realizar la clasificación de clientes desde la perspectiva estratégica de CRM, de forma que se maximice el valor de la relación con el cliente para la cadena de suministro. Esto requiere definir estrategias globales para gestionar diferenciadamente las relaciones con los clientes de cada segmento que se defina. Respondiendo a las preferencias del DM en la realización de este proceso. A la vez se debe garantizar que los criterios que se definan para realizar la clasificación de los clientes estén basados en el valor que aporta la relación dentro de la cadena de suministro y no sólo en el conocimiento del cliente, para ello se deben elegir criterios que brinden una visión amplia de la relación con el cliente, en este sentido además de indicadores que describan al cliente, deben incluirse indicadores que reflejen aspectos de la relación relacionados con la profundidad de ese cliente en la cadena de suministro, por ejemplo: el indicador de acceso al conocimiento del mercado o el nivel de posicionamiento

en el mercado. Esto lleva a tener en el diapasón de criterios, variedad en cuanto a sus escalas de medición, que pueden ser cuantitativas o lingüísticas, todos modelados en único modelo.

Para ello como resumen de la literatura más representativa consultada, se plantea que el proceso de clasificación de clientes de negocios en una cadena de suministro debe encontrar el modo de dar respuesta a los siguientes supuestos:

- Estar basada en la rentabilidad de la relación con el cliente incluyendo el valor percibido de la relación también por cada cliente [29][74][55][111][117][85][115] [5][56].
- El modelo para clasificar debe ser dinámico, flexible y hacer la clasificación sostenible en el tiempo, capaz de reflejar el comportamiento que ha tenido y pudiera tener cada relación en el tiempo, así como tener previsto como clasificar la llegada de un nuevo cliente a la cadena [2][117][51][52]
- El modelo debe tener el modo de incluir en la clasificación, el riesgo asociado a cada relación, y que este tenga un peso importante en ella según el criterio de los tomadores de decisión en la cadena, esto forma parte del reto vinculado con la identificación de los criterios a tener en cuenta [27][87][109]
- El modelo debe garantizar que se cumpla el enfoque multicriterio del problema permitiendo incluir los criterios que se definan y a su vez respetar la subjetividad que por naturaleza posee este proceso, logrando consenso entre los intereses encontrados que puedan existir entre las partes involucradas [113][73][5] [56].
- Que las categorías que se establezcan deben ser un número manejable, asociadas a las diferentes etapas por las que transita un cliente en la empresa y a su vez representativas de los grupos que se establezcan [62][57][44][111][54].
- Que genere valor al proceso de toma de decisiones en CRM para la cadena de suministro, y permita optimizar la asignación de recursos, estratégicamente [73], [72],[64][18].

El problema de clasificación de clientes desde la perspectiva de CRM abordado en este trabajo se formula como un problema de evaluación multicriterio, ya que como se mencionó en la literatura revisada [29] [44] se consideran múltiples criterios, la clasificación de clientes se basa fundamentalmente en la valoración subjetiva de un tomador de decisiones (persona o grupo) y el resultado de esta es la asignación de cada cliente a una única categoría de un conjunto de categorías predefinidas. Estas características son esencialmente, las mismas de un problema de evaluación multicriterio [36][92] definido en el capítulo 2.

Los elementos de un problema de MCDM en general:

Ante un problema de MCDM según [43], surgen las interrogantes siguientes:

- ¿En qué términos debemos plantear el problema?
- ¿Qué tipo de resultados debemos tratar de obtener?
- ¿Cómo se ve el analista encajando en el proceso de decisión para ayudar a llegar a estos resultados?
- ¿Qué tipo de procedimiento parece el más apropiado para guiando su investigación?

Los elementos de un problema de decisión varían en función del método que se use para la solución del mismo. De manera general los parámetros comunes a todos los problemas de MCDM son los planteados en el capítulo 2: Un conjunto de alternativas o acciones como también se denominan [43], los criterios para evaluar esas alternativas y las preferencias del tomador de decisiones, con lo que se establece el modelo según el método que se ajuste a la situación.

El modelado de preferencias es un paso esencial y complejo en los problemas de decisión multicriterios. Básicamente se persigue realizar la comparación entre "objetos" de dos maneras posibles: Estableciendo si existe un orden entre los objetos

o si los objetos están "cerca". Los objetos pueden ser todo, desde candidatos hasta intervalos de tiempo, desde códigos de computadora hasta patrones médicos [43].

Para establecer el modelo de preferencias es necesario definir el conjunto de alternativas A, para etiquetar como (a , b , c , ...) y el conjunto de puntos de vista J, etiquetados para j = 1, 2, ... , m. En este marco, un conjunto de datos a tener sería $g_j(a)$ que corresponde a la evaluación de una alternativa desde el punto de vista $j \in J$.

Según [43] al comparar dos objetos se busca una de las dos situaciones posibles siguientes:

1. objeto a es "antes de" objeto b , donde "antes" implica algún tipo de orden entre a y b , tal orden se hace referencia o bien a una preferencia directa (a se prefiere a b) o ser inducida a partir de una medición y su escala asociada (a ocurre antes que b, a es más largo, más grande, más confiable que b).

2. objetar a esta "cerca del" objeto b , donde "cerca del" pueda ser considerado como indiferencia (objeto a u objeto b, hará igualmente bien para algún propósito), o como una similitud, o también podría ser inducida por una medida (a ocurre simultáneamente con b, tienen la misma longitud, peso, fiabilidad).

Desde el punto de vista de ayuda a la decisión, nos centramos tradicionalmente en la primera situación. Ordenar relaciones es la base natural para resolver problemas de clasificación o elección. La segunda situación se asocia tradicionalmente con problemas en los que el objetivo es poder juntar objetos que comparten una característica común para formar clases o categorías "homogéneas"(un problema de clasificación o sorting).

El segundo caso, se centra en la relación de "cercaníaza que el problema aquí es para juntar objetos que en última instancia se espera que estén "cerca"(cualquiera que sea el concepto de "cerca"que se podría representar). En tal caso, también existe

el problema de cómo considerar objetos que “no están cerca”. Las situaciones típicas en este caso incluyen el problemas de agrupación, discriminación y asignación [43].

Una distinción adicional en tales problemas se refiere al hecho de que las categorías dentro de las cuales los objetos podrían estar asociadas, ya podrían existir o no y tales categorías podrían ser ordenadas o no. Lo cual añade grados de dificultad al problema. Poner objetos en categorías no ordenadas no preexistentes es el problema típico de clasificación de ranking, por el contrario, asignar objetos a orden preexistente de categorías se conoce como el problema de clasificación o **sorting problem**, este es el caso que se aborda en esta investigación [43]. Y se diferencia de los problemas típicos de clasificación en que entre las categorías existe o debe construirse una relación de preferencia (por ejemplo: las calificaciones de Excelente, Aceptable, Regular o Mal, en la evaluación de una materia en una institución educativa).

Según [43] la ayuda para la toma de decisiones no debe centrarse exclusivamente en las relaciones de preferencia, sino también en las relaciones de cercanía”.

La comparación de objetos para establecer una relación de preferencia o de cercanía, no siempre es tan intuitiva como podría parecer. Construir un modelo a partir de la realidad siempre es una abstracción y es un proceso complejo de modelar [69]. Y resulta mas complicado cuando la subjetividad del DM juega un papel esencial en el modelo.

Si se describe una categoría, no a través de sus objetos típicos, sino a través de sus límites, entonces, para establecer si un objeto pertenece a dicha categoría, podría tener sentido verificar si dicho objeto funciona “mejor”que el objeto. comparando con el límite ”mínimo.º ”mínimo”de la categoría y eso introducirá el uso de una relación de preferencia [80]. O lo que resulta aún más complejo, definir una categoría empleando varios ”límites”mínimos (o perfiles).

Según [69] al formular y resolver un problema desde la perspectiva de MCDM se requiere enfrentar dos tareas desafiantes: (i) seleccionar un método que ayude a

resolver el problema de decisión que resulte confiable y que tenga una interpretación sencilla para el tomador de decisiones, (ii) a la vez qué aporte resultados robustos ayudando al tomador de decisiones a realizar la decisión de forma eficiente, eficaz y racional mediante una buena interpretación de los mismos.

En todo problema de decisión multicriterio bajo certeza otro de los grandes retos es cuantificar la subjetividad del tomador de decisiones representando está mediante un modelo de preferencias expresado con la formalidad matemática que requiere[4].

Un reto adicional es la disponibilidad de herramientas de software que implementan modelos MCDA específicos que pueden ser empleada por el usuario.

Por último es muy importante generar una recomendación que sea viable para implementar, pues sin esto no tiene sentido el apoyo a la decisión.

Por las características del problema descritas y del estudio de los métodos de MCDM realizado, para la presente investigación se propone emplear los métodos de sobre-calificación, ELECTRE, en especial el ELECTRE Tri, como método general a la metodología propuesta.

El problema de evaluación multicriterio de la clasificación de clientes de negocios se divide en tres elementos fundamentales:

- Los criterios empleados generalmente para esta segmentación.
- Los típicos tomadores de decisiones
- Las alternativas
- Las categorías, con la descripción de los límites de estas categorías.

En el problema de clasificación de clientes en el que se pretende agrupar clientes con atributos similares y a designar estrategias de marketing mejor adaptadas para estos [60], se definen como criterios los siguientes:

Desde la perspectiva de la empresa se proponen los siguientes indicadores:

- El **CLV** aplicando la fórmula que se ajuste a los datos que se tengan para su cálculo según se explicó en el capitulo dos.
- **Acceso al conocimiento del mercado**: Es un indicador que refleja el acercamiento al mercado (consumidor final) que posea el cliente de negocio o mayorista, un modo de evaluarlo es teniendo en cuenta la cantidad de puntos de ventas minoristas que posea el cliente a evaluar. Mientras más puntos minoristas es mejor, se puede decir que tiene más acceso al conocimiento del mercado, lo cual en la actualidad es importante como fuente de retroalimentación para el negocio, y se pudiera aprovechar como una oportunidad o fortaleza, este indicador es adaptado de Lambert, D. (2010).
- **Compatibilidad de estrategias entre la empresa** Este es un indicador de corte subjetivo, pero según Therno, H. (2009) de vital importancia a tener en cuenta entre dos empresas que establecen relaciones de negocios, es un punto estratégico para integrar la empresa con los otros miembros de la cadena[113] también esta entre los indicadores propuestos por [29]
- **La percepción del riesgo asociado a cada cliente**: este riesgo se define a partir de la desviación de los flujos netos de efectivos esperados del cliente, es de vital importancia y se toma de la propuesta de [87], [109].
- **Frecuencia de compra** Es un indicador clásico evaluado desde el modelo RFM.

Desde la perspectiva del cliente se proponen los siguientes indicadores:

Estos criterios son los que van a definir el valor que posee la relación de la empresa con el cliente desde la perspectiva de este. Se eligen criterios relacionados principalmente con la satisfacción del cliente, se proponen los propuestos por [96] en su modelo, pues son integradores y aparecen bien definidos en su investigación.

Estos indicadores aparecen explicados de forma extensa en el capítulo 2.

- Nivel de interacción con la empresa
- Satisfacción con la relación precio-calidad del producto.
- Satisfacción con el cumplimiento de lo establecido en cuanto a envase y embalaje y entrega en tiempo

Los típicos tomadores de decisiones según la bibliografía consultada, cuando se refieren a la clasificación de clientes se encuentran ubicados en el área de marketing, por lo que se sugiere que los tomadores de decisiones sean gerentes del área de marketing, con conocimiento general de la empresa.

Las alternativas en este problema son los clientes con los que cuenta la organización, en el caso de ser una empresa productora ubicada en los clientes serían clientes de negocios, en su mayoría son de tipo mayoristas.

Las categorías para clasificar los clientes varían en dependencia de los intereses de la empresa. Otra manera de obtenerlas es en dependencia del método de agrupación que se emplee. En la presente investigación se proponen 4 categorías para clasificar los clientes, estas se basan en la propuesta de [115], se clasifican en clientes platinum, de oro, plata y bronce y responden a los intereses de la empresa.

Determinar las categorías implica establecer según el método propuesto ELECTRE Tri, umbrales de preferencia para cada criterio.

Se debe notar que no hay valores verdaderos para los umbrales. Por lo tanto, los valores elegidos para asignar a los umbrales son los más convenientes (los mejores adaptados) para expresar el carácter imperfecto del conocimiento y reflejar las preferencias del DM. Por lo que otra dificultad de este problema radica en cómo asignar valores a tales umbrales [86].

Para la investigación y teniendo en cuenta la cosnsulta con el DM, para clasi-

ficar una relación de tipo platinum con el cliente, es cuando obtiene el máximo en el sentido deseado, para cada criterio según [52]. Según el CLV, serán aquellos clientes que representen el mayor valor de CLV, lo que implica que poseen mayor rentabilidad en relación con lo que se invierte y se gana con esta relación, con respecto a la frecuencia, el mejor valor para esta categoría es la máxima frecuencia posible deseada, para el indicador acceso al conocimiento del mercado, sucede similar, en esta categoría será mejor el de mayor valoración, que se refleja con mayor cantidad de puntos de ventas minoristas y con respecto al riesgo serán clasificados los que menos nivel de riesgo poseen. Y así sucesivamente en función de las preferencias del DM, se establecen los perfiles para cada categoría, descendiendo en el nivel de exigencia deseado para cada criterio.

Para los clientes de tipo oro, serán de valor menor en cuanto a los criterios que los anteriores, los de plata inferior al los de oro y finalmente a los de bronce se le asignarán los límites a partir de los cuales no será deseado el indicador en cuestión. Una guía puede ser después de normalizar estos valores, utilizar el valor del los cuartiles de cada indicador en el caso de los indicadores cuantitativos.

Para los cualitativos, se requiere el análisis similar.

Para establecer los niveles de preferencia débil, fuerte y veto, se sigue el mismo procedimiento de consultar a los expertos. En este caso se sugiere definir un nivel de veto elevado para acentuar las diferencia entre la alternativa y el perfil de comparación, obligando a que sea comparada.

3.3 Conclusiones parciales

1. Existen dos tendencias marcadas para tratar la clasificación de los clientes. Un grupo que se enfoca en el proceso de segmentación puramente, y emplean para ello los criterios del modelo RFM unido a algoritmos de agrupamientos, entre el que destaca como más usado el *k-meas*, sin embargo estos tienen la desventaja de no

brindar la jerarquización entre los grupos, por lo que después de realizar el agrupamiento generalmente usan el método AHP, para saldar esta deficiencia. Y el otro grupo, defiende la idea de abordar la relación con el cliente como un activo esencial para la empresa, proponen alternativas para el calculo del CLV, y se basan en este criterio para diferenciar los clientes.

2. La clasificación de los clientes de negocios no debe tratarse de forma aislada, sino como parte del proceso estratégico de CRM, y a su vez teniendo en cuenta la visión de la empresa dentro de la cadena de suministro, por lo que esta debe realizarse basándose en la importancia de la relación.

3. Abordar la clasificación de clientes de negocios como un problema de clasificación multicriterio permite saldar las deficiencias detectadas hasta el momento en la literatura, pues permite modelar las preferencias del tomador de decisiones integrando en el modelo los diferentes criterios tratados en la literatura.

Capítulo 4

Metodología propuesta

En el presente capítulo se muestra la metodología de apoyo a la decisión multicriterio para la clasificación de clientes de negocios desde el enfoque de CRM

4.1 Bases de la metodología propuesta

El problema de decisión para la categorización y diferenciación de los clientes desde el enfoque de CRM estratégico está relacionado con tres subprocesos. El primero esta asociado con la revisión de estrategias corporativas para los clientes, el segundo con la identificación de criterios que reflejen la perspectiva de la empresa y la del cliente, para sobre esta base clasificar la importancia de cada relación, y finalmente realizar la segmentación de clientes.

La decisión del problema abordado es: diferenciar entre clientes de cuatro tipos o categorias, según la clasificación propuesta por Thakur (2016), mostradas en el capitulo 2.

La propuesta esta desarrollada teniendo en cuenta la metodología general de apoyo a la decisión propuesta por Simon (1960) [36], la metodología fundamental para la ciencia de datos de IBM propuesta por Rollins (2015), así como la síntesis de la revisión de la literatura realizada, la misma se sintetiza en cuatro fases funda-

mentales, dentro de cada una de las cuales aparecen los pasos a seguir para resolver el problema de decisión abordado. Un esquema de la metodología se muestra en la figura 4.1 de la página 77. En esta se aprecia a la izquierda las fases propuestas por Simon (1960) y a la derecha, en negrita, aparecen señalados con **IBM** los pasos que fueron enriquecidos en la propuesta realizada, a partir de la metodología de IBM de la ciencia de datos.

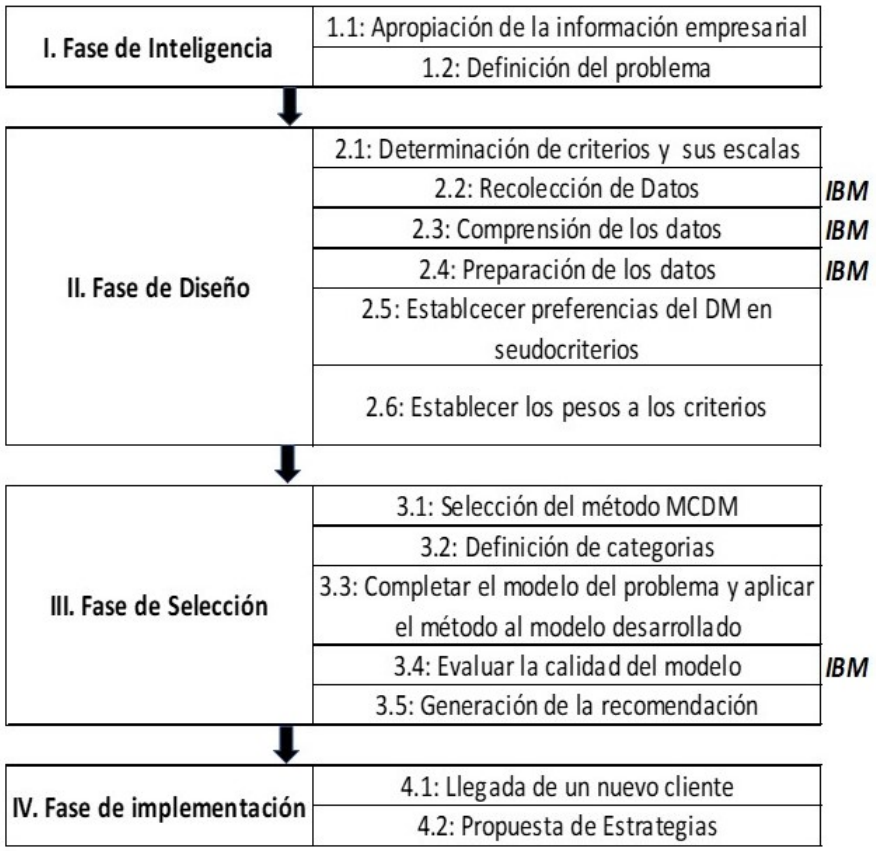


Figura 4.1: Metodología Propuesta. Fuente: Elaboración propia

4.2 Desarrollo de la metodología por fases

A continuación se explica en detalle cómo debe realizarse cada actividad para lograr realizar la clasificación de los cleintes usando un modelo y métodos basados

en MCDM

- Fase I: **Inteligencia**

  En esta fase es donde se familiariza con los objetivos organizacionales, búsqueda de procedimientos, recolección de datos e identificación, clasificación y enunciado del problema. La misma esta compuesta por dos pasos.

  - **Paso 1.1**: Apropiación de la información empresarial.

    El objetivo de este paso es apropiarse de los objetivos organizacionales, así como de políticas y estrategias de marketing de la empresa. Establecer de conjunto con el DM o equipo decisor en la empresa y el nivel dentro de la cadena de suministro donde se encuentra ubicada la empresa, esta metodología está diseñada para aplicarse a clientes de nivel 1 dentro de la cadena, pues los clientes que se pretenden clasificar son los clientes de negocios, no los consumidores finales.

  - **Paso 1.2**: Definición del problema

    Se propone definir el tipo de problema, y la clasificación de este según los tres tipos de problemas de MCDM definidos en el capitulo dos. Dejando claramente el enunciado del problema, así como conocer requisitos y limitaciones de los que depende la solución desde la empresa y cadena de suministro donde opera la empresa.

    En este caso la metodología que se propone es para tratar el problema de la clasificación de los clientes de negocios de una empresa en una cadena de suministro desde la perspectiva de CRM. Este problema a su vez presenta subproblemas que se deben resolver y cada uno de ellos se propone ser abordado desde la perspectiva de MCDM.

    Para abordar un problema de MCDM se deben definir las alternativas, los criterios, y las preferencias del tomador de decisiones. En este problema las alternativas están establecidas ya, no es necesario obtenerlas, siendo

los clientes de la empresa, y todos se deben tener en cuenta. La clasificación de este problema de MCDM, teniendo en cuenta el conjunto de la naturaleza de las consecuencias según las alternativas: es de un problema bajo certeza, pues se conocen las consecuencias de las alternativas. Según la cardinalidad del conjunto, es un problema finito, pues las alternativas son el número de clientes. Y según las acciones sobre el conjunto de las alternativas este posee subproblemas de selección (al elegir los criterios), y de clasificación (clasificar las alternativas). Este problema es un problema de evaluación multicriterio de clasificación.

- Fase II:**Diseño**

  En esta fase se realiza la construcción del modelo basándose en los requisitos que debe tener la formulación del modelo de MCDM, en el que queden representados todos los aspectos considerados relevantes en el proceso de resolución (establecer los criterios de elección, búsqueda de alternativas, predecir y medir resultados) Seguidamente se explican los pasos a seguir en esta fase.

  - **Paso 2.1**: Determinación de criterios y sus escalas desde la perspectiva de la relación para la empresa y el cliente.

    Elegir cuáles métricas son más apropiadas usar según la empresa constituye un subproblema de decisión, en caso de que exista un grupo decisor, puede abordarse aplicando el método Delphi por ronda, para llegar a consenso entre estos [118]. En el problema de elegir los criterios a emplear, es necesario garantizar que exista consenso entre los decisores en cuanto a los criterios que se emplearán y se recomienda emplear los propuestos en el capitulo 2[29], unidos al CLV, y los criterios de evaluación de la perspectiva del cliente [96], sino se pueden aplicar todas, debido a la disponibilidad de tiempo y de datos requeridos, se recomienda aplicar las que se resumen en el capitulo 3, en la descripción del problema.

    En los criterios se deben incluir aquellos que sean desde la perspectiva de la empresa y también desde el cliente.

Este paso es crucial, y marca la diferencia entre esta investigación y el resto de la literatura consultada, pues acá se pueden incluir los criterios que desee el tomador de decisiones. Unido a cada criterio debe definirse la escala de evaluación del mismo así como su sentido de preferencia.

- **Paso 2.2**: Recolección de datos

  Transformar los criterios en los requisitos del conjunto de datos que se necesitarán para cada criterio. Las características de los datos son particulares en diversos formatos y representaciones; pueden ser estructurados, semi-estructurados y no estructurados en dependencia de cada problema y empresa.

  Después de definidos los criterios, estos se traducen en la lista de datos que se pueden solicitar en la empresa, que serán útiles para el análisis.

- **Paso 2.3**: Comprensión de datos tal cual se obtienen.

  En este paso, la estadística descriptiva y las técnicas de visualización pueden ayudar a entender la naturaleza de los mismos al especialista que realiza el trabajo, evaluar su calidad y descubrir una idea inicial de estos.

  Se propone tener un comportamiento inicial de los datos cuantitativos, pues puede servir para ajustar mejor estas preferencias. También sirve tener una idea inicial sobre el futuro comportamiento que se arroje del método de MCDM a aplicar.

- **Paso 2.4** Preparación de los datos:

  Este paso comprende actividades enfocadas en la preparación del conjunto de datos que serán usados en la etapa de modelado. Se incluye la limpieza de los datos, la combinación de los datos de múltiples fuentes, la transformación de los datos y normalización en caso que sea necesario.

- **Paso 2.5** Establecer las preferencias del DM en la construcción de perfiles de los seudocriterios para cada criterio seleccionado.

  En este punto La estructura de la metodología cambia según el problema de decisión multicriterio seleccionado. En el problema presente al ser un

problema de evaluación con categorías predefinidas, es apropiado usar la metodología de ELECTRE, en especial el ELECTRE Tri explicado en el capitulo dos.

La función relativa atribuida a los criterios en los métodos ELECTRE se define mediante dos conjuntos distintos de parámetros: los coeficientes de importancia relativa y los umbrales de preferencia e indiferencia estricta, y veto para cada criterio.

Los coeficientes de importancia en los métodos ELECTRE se refieren a pesos intrínsecos. Para un criterio dado, el peso, w_j , refleja su poder de voto cuando contribuye a la mayoría que está a favor de una superación. Los pesos no dependen ni de los rangos ni de la codificación de las escalas [43].

Los umbrales de veto expresan el poder atribuido a un criterio dado para estar en contra de la afirmación: a supera a b, cuando la diferencia de rendimiento entre g(b) y g(a) es mayor que este umbral. Tal umbral puede ser constante a lo largo de una escala o también puede variar.

Cómo asignar los umbrales, estos son elegidos por el tomador de decisiones asesorado por el especialista en MCDM.

Si se aplica un método de decisión en grupo (para esta investigación se asume un único decisor) se construye una matriz de pesos para cada decisor y a partir de ahí se conforman los pesos del grupo, si hay conflicto hay que aplicar un método de consenso nuevamente, en este caso se recomienda aplicar el método Delphi[118].

- **Paso 2.6** Establecer los pesos a los criterios y obtener la modelación final del problema.

  Como parte de la modelación de preferencias se debe establecer la importancia de cada criterio según las preferencias del DM, en este punto puede emplearse otro de los métodos de MCDM para dar solución al subproblema de determinar según las preferencias del DM, la jerarquía entre

los criterios.

Se recomienda aplicar para esto, según la bibliografía consultada, el método AHP.

Después de tener los pesos de cada criterio mediante la aplicación de algún método de MCDM, se puede conformar finalmente el modelo completo a aplicar, con las alternativas, los criterios y las categorías que se definieron anteriormente, así como el conjunto de datos listos a emplear. El modelo se completará en la fase siguiente cuando se haya elegido el método de MCDM a emplear para solucionar el problema planteado.

- Fase III:**Selección**

  En esta fase se le da solución al problema planteado, obteniendo la clasificación de las alternativas; se puede realizar el análisis de sensibilidad y proponer un plan para la implementación.

  - **Paso 3.1: Seleccionar el método MCDM para resolver el problema planteado.**:

    En este caso el problema planteado es de evaluación multicriterio, luego se recomienda usar un método específico para resolver este tipo de problema, por ejemplo los métodos de la familia ELECTRE Tri, entre otros.

    Este punto requiere de la supervisión del especialista que posea conocimiento de los métodos y herramientas de MCDM. Después de estudiar el problema y definir las metas, así como tener conocimiento de los datos disponibles, alternativas y criterios, se debe seleccionar el método de MCDM que más se adapte a la situación. Desde este punto, la metodología varía en dependencia del método que se escoja. A partir de este paso, deben definirse los parámetros propios del método seleccionado.

    De los métodos de MCDM uno posible a emplear en este problema, en el que se desea clasificar los clientes a partir del enfoque estratégico de CRM, es decir, que se van a clasificar los clientes a partir de tener categorías

preestablecidas, es el ELECTRE Tri, por las característica de los métodos ELECTRE explicadas en el capitulo 2, en especial por la propiedad del ELECTRE Tri en calcular la relación de superación difusa basada en los índices de credibilidad $\delta(a, b_h)$ que determinan un corte γ de la relación difusa para obtener una relación de superación nítida [86].

Se deben asociar las salidas del ELECTRE Tri con las categorías preestablecidas para la segmentación. De ahí que el próximo paso sea determinar las categorías preestablecidas.

- **Paso 3.2** Definir categorías a emplear.

  Un punto vital dentro de la metodología propuesta que la diferencia del resto de las usadas para la segmentación de clientes de negocios, es justamente la definición de categorías preestablecidas que responden al enfoque de CRM estratégico de la empresa y a las preferencias del DM de ante mano, para las cuales existen estrategias de marketing establecidas, con políticas diferenciadas en la asignación de recursos.

  Las categorías se aplican para problemas de clasificación u ordenamiento (categorías con preferencias entre ellas, como en los problemas de evaluación (excelente, bien, regular, ...)

  Las categorías que se proponen según la consulta de la bibliografía, son usar cuatro segmentos los propuestos por [115].

- **Paso 3.3** Completar el modelo del problema y la aplicar el método al modelo desarrollado.

  Al llegar a este paso se esta en condiciones de completar el modelo del problema con todos los parámetros iniciales, y los específicos del método MCDM empleado. Este es un paso para recolectar toda la información y sentar las bases para la resolución del mismo.

  Después de tener el modelo y el método a aplicar se procede en este paso a la aplicación del método, mediante el software que más se ajuste a las necesidades.

- **Paso 3.4** Evaluar la calidad del Modelo:

  Consiste en evaluar y analizar los resultados para garantizar la coherencia, la racionalidad y la veracidad de los mismos, antes de la implementación con una prueba piloto, se muestran los mismos al DM antes de proceder a la aplicación total.

  Este paso típicamente se valida con el decisor, aquí la validación es totalmente subjetiva. Si el decisor está de acuerdo entonces funciona, claro hay pasos intermedios como checar la consistencia de la información preferencial del decisor.

- **Paso 3.5** Generación de la recomendación:

  En este paso se dejan establecidos los segmentos de clientes, según las categorías preestablecidas.

  Se proponen los segmentos de clientes basados en la importancia de la relación para la cadena de suministro. Así como su caracterización.

- Fase IV:**Implementación**:

  Esta fase corresponde a la aplicación de la decisión y tomar acción de las actividades complementarias, para ello se proponen los siguientes pasos:

  - **Paso 4.1** Llegada de un nuevo cliente al modelo:

    En este paso se deja establecido cómo se clasifica a un nuevo cliente al llegar a la empresa.

    Se propone aplicar el modelo propuesto en el paso 2.7 con el mismo método ELECTRE Tri propuesto.

  - **Paso 4.2** Propuesta de estrategias

    Una vez se tienen identificados los segmentos el área de marketing puede diferenciar sus estrategias para cada grupo de segmentos en particular

    El objetivo es proponer posibles estrategias a seguir con cada segmento de clientes, dado que estos corresponden a categorías preestablecidas, se cuenta con un grupo de estrategias básicas a seguir con cada segmento

y son las propuestas por [115] en su investigación para cada uno de las categorías de clientes definidas.

El mismo autor [115] propone tres estrategias a seguir para cada subgrupo de clientes:

1. **Estrategia de retención**: Es un proceso a través del cual una empresa asegura que los clientes vuelvan a ingresar al embudo de ventas y se conviertan en clientes habituales. El objetivo principal es mantener una base de clientes y evitar que los clientes busquen un producto o servicio en otro lugar.
2. **Estrategia de desarrollo**: Es el proceso de crecimiento, progreso y desarrollo. Optando o alentando a los clientes a avanzar y, en última instancia, a convertirse en clientes de platino. Sugiere que los candidatos de desarrollo más atractivos son los clientes que muestran un grado relativamente alto de preferencia por ciertos productos y es probable que sean rentables para servir y además son clientes con el mayor potencial para aumentar su nivel de compras o cambiar sus compras a productos de mayor margen.
3. **Estrategia de filtrado o eliminación**: Cuando se relaciona con los clientes inferiores que cuestan más de lo que valen. El objetivo principal de esta estrategia es identificar el cuartil inferior de los clientes de la compañía y no gastar dinero de marketing en ellos, ya que cuestan más que su valor.

En la figura 4.2 de la página 86 se observa la matriz propuesta por el autor; las flechas indican el sentido a seguir para atraer clientes de un cuadrante a otro aplicando las estrategias anteriores.

A pesar de la propuesta de estrategias, es válido recordar que estas estrategias dependerán de cada empresa, las que se proponen constituyen una guía básica, pero cada empresa establece sus categorías así como las estrategias a desarrollar para cada segmento de clientes obtenido.

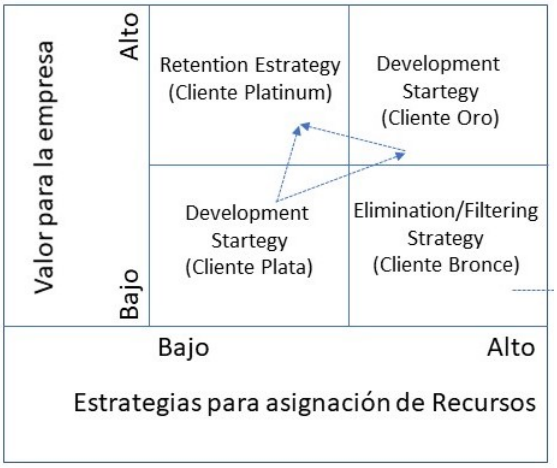


Figura 4.2: Estrategias a seguir en cada segmento obtenido. Fuente: [115]

4.3 Conclusiones parciales

1. Se propone una novedosa metodología de apoyo a la decisión estratégica de CRM, para la clasificación de clientes de negocios, que se basa en MCDM, la clasificación de clientes propuesta por Thakur (2016), el enfoque de procesos para la gestión de la cadena de suministro propuesta por Lambert (2017), tomando en cuenta tanto la perspectiva de la empresa como la del cliente para determinar la importancia de la relación entre empresa-cliente, como elemento esencial en la cadena de suministro.Toma en cuenta el método RFM, el enfoque del CLV, y otros enfoques.

Capítulo 5

Experimentación y Resultados

En este capitulo se procede a aplicar la metodología propuesta.

5.1 Descripción del experimento en la empresa caso de estudio

La investigación se realizó con datos de una empresa que se dedica a la producción de cigarrillos. Por motivos de privacidad, no se revelará su nombre comercial.

Es una empresa líder del mercado en la región donde opera, única de su tipo. Se desarrollo en un escenario donde la competencia hasta el momento no es agresiva, sin embargo, la compañía reconoce la importancia de prepararse para futuros cambios que pudieran ocurrir en el escenario venidero.

Con el propósito de conocer sobre los datos a los que se tendrá acceso y organizar en función de ellos el trabajo a realizar para el tiempo programado, se le solicitó al área de marketing la información con la que contaban sobre los clientes mayoristas, de los cuales tuviesen registros de un año como mínimo. La empresa pudo brindar los datos con los que contaba hasta el momento, y con ellos se decidió proceder con la aplicación de la propuesta, haciendo los ajustes necesarios.

Se pudo acceder a facturas de compras mensuales del año 2019 desde enero hasta diciembre, de todos los mayoristas de la empresa. En estas facturas aparece reflejado el coste de la compra y el precio de venta. También se tienen las veces que compraron durante el período de análisis, así como la cantidad de minoristas de los que dispone cada mayorista.

Actualmente la empresa no posee una segmentación de los clientes mayoristas establecida de manera estructurada, capaz de integrar todos los criterios que se emplean en el análisis, sino que la realiza de manera independiente para cada criterio, por ejemplo, realiza la segmentación según el volumen de ventas, según el tipo de ubicación que poseen los puntos específicos de ventas, según las marcas que se consuman más por cada punto de venta, pero estos resultados se obtienen de forma aislada para cada criterio, lo cual dificulta la realización de análisis globales y estratégicos con los clientes.

5.2 Aplicación de la metodología propuesta

Durante esta sección se irán explicando los resultados obtenidos en cada uno de los pasos propuestos de la metodología.

- Fase I: Paso 1.1

  En este paso se consultaron los documentos de la empresa, para conocer más sobre el sector del mercado de cigarrillos, y las políticas de la empresa. Es una empresa consolidada, con 22 años de experiencia. Se consultó la misión, visión, objetivos estratégicos empresariales y del área de marketing. Se decidió que el decisor sería del área de marketing y que sería apoyado por los criterios de la autora de la presente investigación.

- Fase 1: Paso 1.2

  Al consultar con el DM, se definió que se estaría trabajando con los clientes

de negocios mayoristas, pues sobre estos los estudios realizados en la empresa son escasos, y a pesar de ello reconocen la importancia de realizarlos. El problema queda definido de la siguiente manera: Cómo realizar la clasificación de los clientes de negocios (mayoristas) de la empresa, a partir de contar con la información disponible que se tiene durante el periodo de tiempo dado. Este se clasifica como un problema de clasificación multicriterio. en el que se deben definir los criterios y categorías a establecer. Seguidamente se establece el diseño del problema.

- Fase 2: Paso 2.1:

  De consulta con el DM y según los datos disponibles (en este punto no es necesario aplicar el método Delphi pues es sólo un decisor), y en el momento en que se consultó con el área de marketing, se decidió evaluar los criterios siguientes:

  - Acceso al conocimiento del mercado.
  - Frecuencia de compras
  - Risgo asociado a cada cliente
  - CLV (se realizó una variación en la fórmula ajustada a los datos con los que se contaba)

  De las formulas del CLV tratadas en el capitulo 2, propuestas por [52], [50], se propone aplicar una variante de estas, ajustada a los datos con los que se cuenta. En este caso el calculo del CLV, es descriptivo que incluye el N_i referido a la antigüedad del cliente, la tasa de retención en los períodos dados r_t, el $V_p(ti)$ es la contribución pasada del cliente i en el periodo t, y el concepto de valor futuro que sería multiplicado por el coeficiente de descuento i, en lugar de dividir por este, como se realiza para calcular el valor actual. En este caso se sigue la lógica de obtener el CLV, a partir de obtener el valor futuro que cada cliente proyectó durante el periodo analizado.

La formula empleada para el calculo del CLV propuesta quedó de la siguiente manera:

$$CLV_i = \sum_{t_i=0}^{N_i} v_p(t_i) \cdot (1+d)^{N_i - t_i} * r_t \tag{5.1}$$

La tasa de descuento de cada periodo se determinó restando del número de clientes que hay al final del periodo menos el número de clientes que se han ganado durante ese periodo, dividido por el número de clientes que existen al inicio del periodo, todo multiplicado por 100, y se obtuvo el promedio de la tasa, resultando ser del 96 %.

La escala para evaluar el indicador CLV es desde muy bajo, bajo, aceptable y bueno.

El indicador de evaluación del riesgo del cliente se obtuvo a partir de obtener la variabilidad del beneficio neto obtenido en cada periodo, se dividió en trimestre y se establecieron reglas para la obtención de este criterio en el periodo las cuales se explicarán en próximos pasos. La escala de este indicador igualmente es de bueno, aceptable, regular y malo.

La frecuencia de compra igualmente posee una escala de Buena, aceptable y regular, así como el acceso al conocimiento del mercado.

En el momento de recolección de los datos no se contaba con la evaluación de la satisfacción del cliente para incluir estos criterios en la validación de la metodología.

- Fase 2: Paso 2.2: Recolección de datos

Después de definidos los criterios, se estableció el tipo de dato que era necesario solicitar y de esos, cuales estaban disponibles en la empresa en este momento. Con los datos con los que se contaba, de ventas y costo asociado por facturas en cada período se conformó una tabla que refleja el beneficio por mayorista por período (comprende desde enero a diciembre del 2019). Se determinaron

la cantidad de clientes mayoristas con los que se realizaría el análisis, resultando ser 244 clientes mayoristas en total. Se determinaron los puntos de ventas minoristas de cada mayorista, con este valor se podía afirmar que aquellos con más cantidad de puntos minoristas tendrían un mayor acceso al conocimiento del mercado. Se consultó en el área de Finanzas cual era la tasa con la que se llevaban a cabo las inversiones, y de ella a partir de la bibliografía consultada [49], se decidió usar la tasa de descuento como un valor constante en el período, pues es con el que opera la empresa, del 12 %. De este modo quedaron establecidas para cada cliente mayorista: el beneficio obtenido por periodo, el acceso al conocimiento del mercado, la frecuencia de compras.

- Fase 2: Paso 2.3: Comprensión de datos tal cual se obtienen.

  En este paso se realiza un análisis exploratorio de los datos, sin llegar a calcular los criterios que se requieren, sino sólo con los datos primarios, se analiza cada grupo de datos por separado para tener una idea de cual será el comportamiento de la clasificación de clientes, según los criterios establecidos. Y sirve de base para el posterior análisis en el establecimiento de las preferencias del DM.

  Los datos primarios con los que se cuenta son el beneficio asociado a cada factura del cliente, el acceso al conocimiento del mercado, y la frecuencia de compras del total de clientes a analizar, del período de análisis. De estos se realizó un análisis estadístico descriptivo básico, análisis de valores atípicos así como la correlación entre ellas.

  De estos datos se obtuvieron los histogramas de frecuencias, como se muestra en la figura 5.1 de la página 93. En estos se observa que el beneficio se encuentra en la mayor cantidad de los valores concentrados entre cero y 50 000 aproximadamente, también se observa que existe la posibilidad de tener algún valor atípico, lo cual lleva a realizar esta prueba. En el caso del acceso al conocimiento del mercado, la mayoría de los valores se comportan entre cero y 80 puntos de minoristas aproximadamente, y también se aprecia la posible

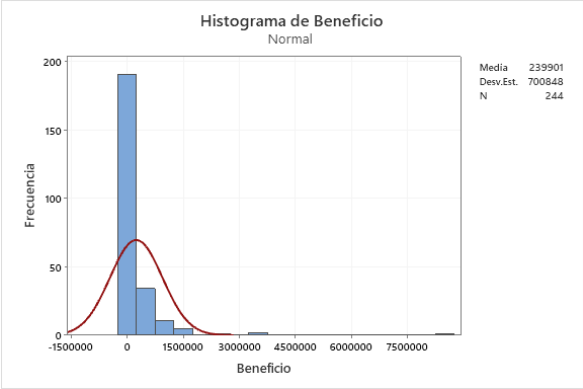
existencia de valores atípicos.

En cuanto a la frecuencia los valores en su mayoría oscilan entre 9 y 12 de frecuencia de compra, y no se aprecia aparentemente la posible existencia de valores atípicos.

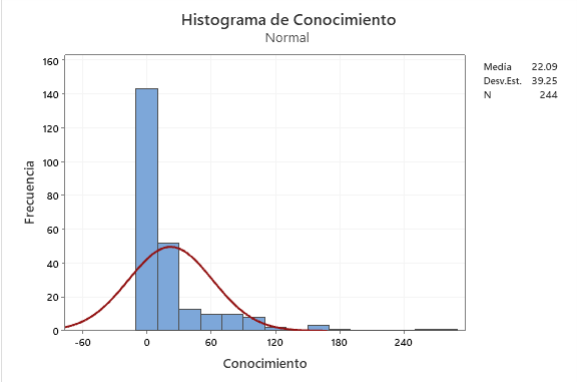
No obstante se le realizará esta prueba igualmente, para asegurarnos de los resultados.

En la figura 5.2 de la página 94, se aprecia que existe un valor atípico en el Beneficio, que corresponde al cliente de código 196, este valor fue analizado con el especialista, y es un cliente que ha mantenido compras muy elevadas ininterrumpidamente, por lo que a pesar de salir del comportamiento habitual del resto, es un valor que no debe ser eliminado, pues este es el comportamiento deseado por el DM. En el caso del acceso al conocimiento del mercado también se aprecia un valor atípico de 285 como valor de la cantidad de los puntos minoristas, este valor corresponde al cliente de código 75, igualmente se analizó el comportamiento individual del mismo, y resulta ser un mayorista que posee un elevado número de puntos de ventas minoristas, estos se mantienen oscilando sobre este valor, por lo que este en relación al cliente en cuestión es un valor admisible.

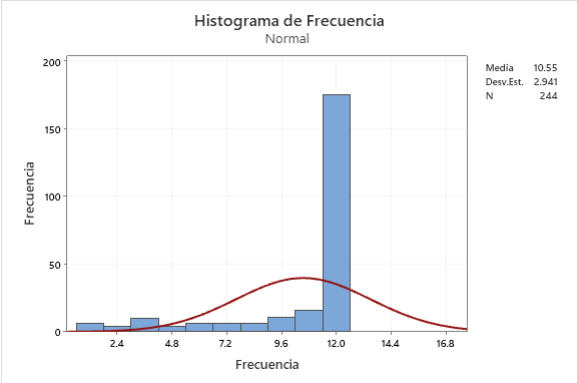
Para ambos casos analizados, el valor de del *p-value* es menor que 0.05, por lo que la hipótesis nula se rechaza, estando efectivamente ante casos de valores atípicos para los valores mayores en el criterio Beneficio y acceso al conocimiento del mercado respectivamente. Sin embargo para la frecuencia se acepta la hipótesis nula, pues el *p-value* es mayor que 0.05, no presentándose valores atípicos en este caso, tal como se espera del análisis previo del histograma de frecuencia.



(a) Beneficio

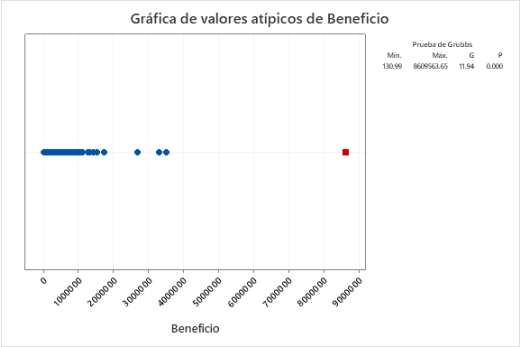


(b) Acceso al conocimiento del mercado

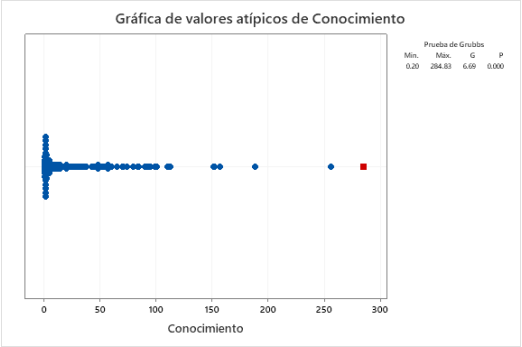


(c) Frecuencia

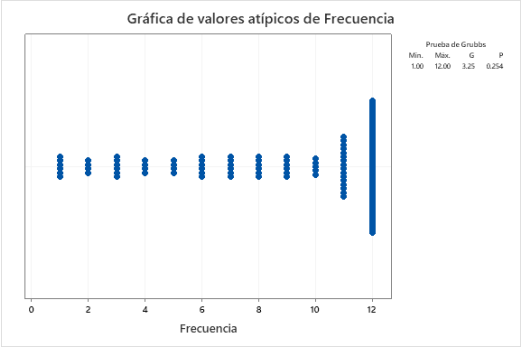
Figura 5.1: Histogramas de frecuencias de los datos primarios. Fuente: Elaboración propia



(a) Beneficio



(b) Acceso al conocimiento del mercado



(c) Frecuencia

Figura 5.2: Valores atípicos de los datos primarios. Fuente: Elaboración propia

Se realizó también un análisis de correlación entre los datos, para tener en cuenta la posible relación entre estos antes del establecimiento del modelo de MCDM, lo cual brinda la posibilidad de tener mejor conocimiento del comportamiento de los datos antes de establecer con el DM sus preferencias, logrando mayor coherencia según el comportamiento de estos en el modelo final que se diseñe.

La correlación se realizó empleando el coeficiente de correlación de *Pearson*, el cual sirve para examinar la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables continuas, que pudieran tener relación lineal, en este caso las variables a analizar son cuantitativas y continuas, requisito necesario para poder aplicar este criterio, el cual es independiente de la unidad de medida de las variables. En la figura 5.3 de la página 95 se muestran los gráficos relacionados. Para este

análisis se eliminaron los valores de los datos atípicos detectados en el análisis anterior, en los criterios de beneficio y el acceso al conocimiento del mercado, es por lo que aparece en la gráfica con el nombre modificado.

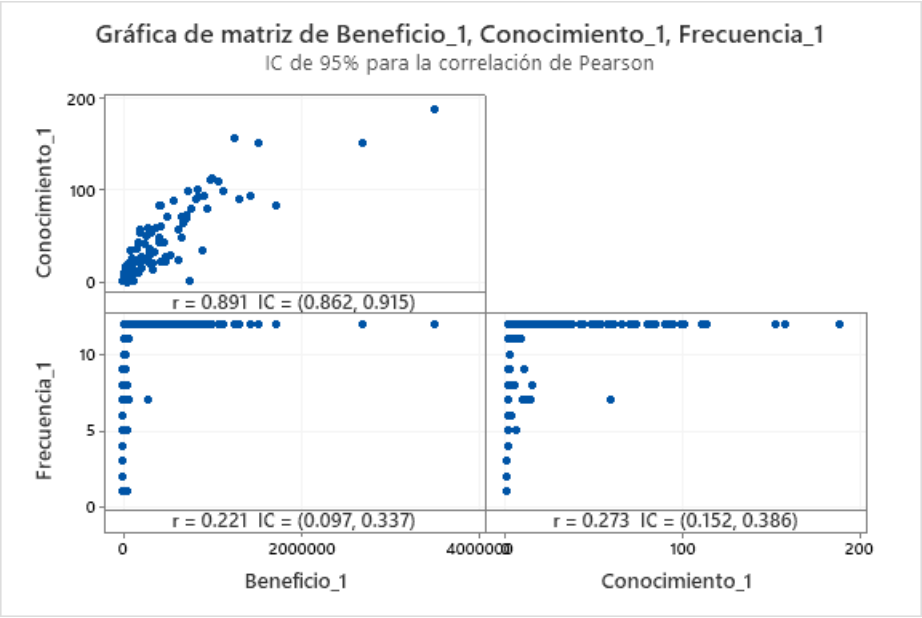


Figura 5.3: Análisis de correlación de *Pearson* de los datos. Fuente: Elaboración propia

Según los valores obtenidos del coeficiente de correlación entre los criterios; beneficio y acceso al conocimiento del mercado, puede decirse que existe un alto grado de relación positiva entre ambos criterios. Esto pudiera tenerse en cuenta en el momento de establecer el sentido de preferencia por el DM, aunque de existir independencia preferencial entre ambos criterios, no tiene mayores implicaciones que conocer la relación entre estas variables.

Por otro lado entre los criterios frecuencia y beneficio así como frecuencia y acceso al conocimiento del mercado, el coeficiente de correlación es de 0.22 y 0.27 respectivamente, lo cual es comportamiento bajo del mismo, y casi pudiera decirse que la correlación lineal de existir es de moderada a baja.

El ser positiva en todos los casos, se puede decir que el sentido es el mismo, si un indicador aumenta el otro también lo hace. Elemento que pudiera tenerse

en cuenta en el establecimiento del modelo, en la definición de las categorías y seudo criterios. lo cual se tratará más adelante.

En este punto se analizaron también los estadígrafos generales como media, mediana, varianza, cuartiles, los cuales se emplean en pasos siguientes.

- Fase 2: Paso 2.4: Preparación de los datos.

  En este paso se realizó la normalización de los datos, para ello se dividió cada valor del CLV entre el valor máximo de todos los obtenidos. En el caso del acceso al conocimiento al mercado se normalizaron del mismo modo, dividiendo cada valor entre el máximo del rango. En ambos casos los valores quedan entre cero y uno para cada criterio en las 244 alternativas, donde los próximos al valor 1, son los que se interpretan como mejores valores de CLV y acceso al conocimiento del mercado.

  En el caso de la frecuencia de compra se decide realizar la normalización por el método del rango, restado del valor 1 para invertir la escala y asociar al valor mayor la mejor frecuencia.

  En el caso del indicador riesgo asociado, que se obtiene mediante la variabilidad de los beneficios esperados, se propuso que un cliente con una variabilidad pequeña era bueno, pues indicaba que el beneficio de las compras en el periodo estuvo estable, pero en este punto, surge el problema de que también aparecían valores de variabilidad bajos cuando la frecuencia era casi nula, lo cual no era un elemento deseado.

  Para saldar este problema se decidió realizar el análisis de este indicador antes de llevarlo al modelo.

  Para ello se dividió el periodo de análisis en trimestres, y se obtuvo el valor de la variabilidad para cada trimestre, penalizando en cada caso en que no había ocurrido un beneficio en el trimestre con valor de -1.

  Resultaba que existían clientes que tenían trimestres con una variabilidad buena, y otros en los que no habían comprado, y así, se encontraban otros que

tenían 1 periodo muy bueno y el resto sin compras, por lo que una manera de solucionar este desbalance fue estableciendo reglas de decisión según los valores obtenidos en cada trimestre y teniendo en cuenta las preferencias del tomador de decisiones.

Este subproblema encontrado con el indicador de riesgo fue tratado como un problema de decisión multicriterio.

Definiéndose para el mismo el siguiente modelo:

- Atributos: (variables cualitativas que representan subproblemas de decisión) En este caso se eligieron los valores de variabilidad por trimestre de cada alternativa.
- Escalas: (conjuntos de valores simbólicos ordenados o no ordenados que pueden asignarse a atributos) para este caso la escala usada contaba de 5 categorías: Buena, Aceptable, regular, mala y muy mala, la última se refiere a aquellos clientes que no poseen beneficios en el trimestre por ausencia de compras.
- Árbol de atributos (una estructura jerárquica que representa la descomposición del problema de decisión) Este se muestra en la figura 5.4 de la página 98. El riesgo asociado al cliente depende de la variabilidad de cada trimestre. En la figura Vol1 significa volatibilidad del trimestre 1 y así sucesivamente.
- Funciones de utilidad (reglas que definen la agregación de atributos de abajo hacia arriba del árbol de atributos) La cual se muestra el resultado en la figura 5.5 de la página 98. Esta imagen es tomada del software Dexi donde se desarrolló la implementación de esta parte.

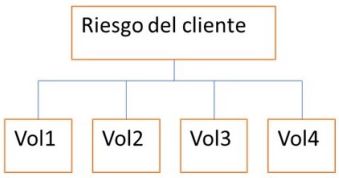


Figura 5.4: Árbol de decisión para calcular el riesgo. Fuente: Elaboración propia

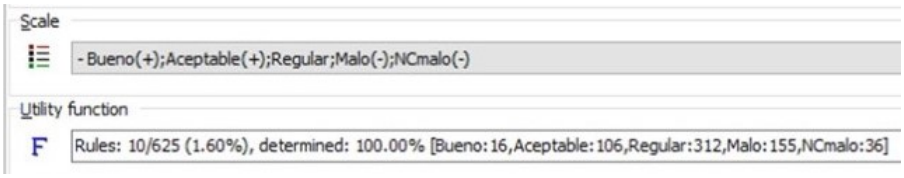


Figura 5.5: Función de utilidad del riesgo en Dexi. fuente: Elaboración Propia

Para establecer las reglas se le asignó un peso igual para cada trimestre. Y las reglas fueron definidas con el DM. Un fragmento de estas se muestra en la figura 5.6 de la página 99. Se empleó el modo simplificado de establecer las reglas que permite el software Dexi, pues se generaron un total de 525 combinaciones entre todas las posibles combinaciones de los valores de la volatibilidad por trimestre.

Decision rules Riesgo

NCmalo | Use scale orders | Use weights

	Vol1	Vol2	Vol3	Vol4	Riesgo
598	Buena	Aceptable	Buena	Regular	Aceptable
599	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable	Bueno
600	Buena	Aceptable	Buena	Buena	Bueno
601	Buena	Buena	NCmala	NCmala	Regular
602	Buena	Buena	NCmala	mala	Regular
603	Buena	Buena	NCmala	Regular	Regular
604	Buena	Buena	NCmala	Aceptable	Aceptable
605	Buena	Buena	NCmala	Buena	Aceptable
606	Buena	Buena	mala	NCmala	Regular
607	Buena	Buena	mala	mala	Regular
608	Buena	Buena	mala	Regular	Aceptable
609	Buena	Buena	mala	Aceptable	Aceptable
610	Buena	Buena	mala	Buena	Aceptable
611	Buena	Buena	Regular	NCmala	Regular
612	Buena	Buena	Regular	mala	Aceptable
613	Buena	Buena	Regular	Regular	Aceptable
614	Buena	Buena	Regular	Aceptable	Aceptable
615	Buena	Buena	Regular	Buena	Bueno
616	Buena	Buena	Aceptable	NCmala	Aceptable
617	Buena	Buena	Aceptable	mala	Aceptable
618	Buena	Buena	Aceptable	Regular	Aceptable
619	Buena	Buena	Aceptable	Aceptable	Bueno
620	Buena	Buena	Aceptable	Buena	Bueno
621	Buena	Buena	Buena	NCmala	**Aceptable**
622	Buena	Buena	Buena	mala	**Bueno**
623	Buena	Buena	Buena	Regular	**Bueno**
624	Buena	Buena	Buena	Aceptable	**Bueno**
625	Buena	Buena	Buena	Buena	**Bueno**

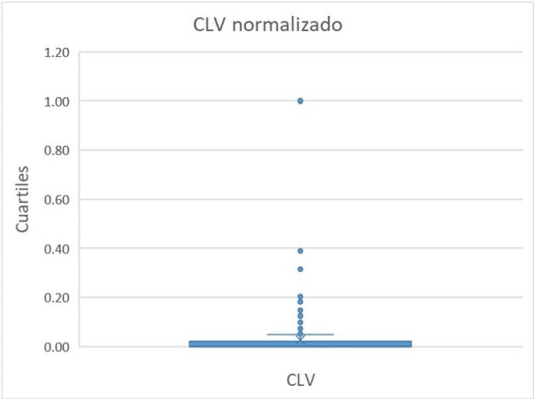
Rules: 10/625 (1.60%), determined: 100.00% [Bueno:16,Aceptable:106,Regular:312,Malo:155,NCmalo:36]

Figura 5.6: Fragmento de las reglas para determinar el riesgo. Fuente: Elaboración propia

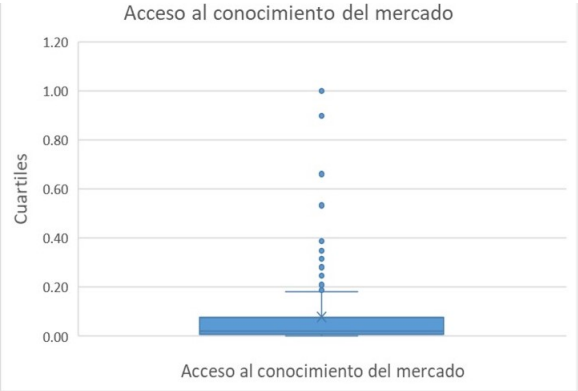
De este modo fue como se obtuvo el valor del riesgo de cada cliente, empleando una escala final, similar a la del resto de los criterios. Los valores cualitativos se llevaron a una escala cuantitativa de 1 a 5, donde 5 es Bueno, 4 Aceptable, 3 Regular, 2 Malo, 1 Muy malo.

- Fase 2: Paso 2.5: Establecer las preferencias del DM en la construcción de perfiles de los seudocriterios para cada criterio seleccionado.

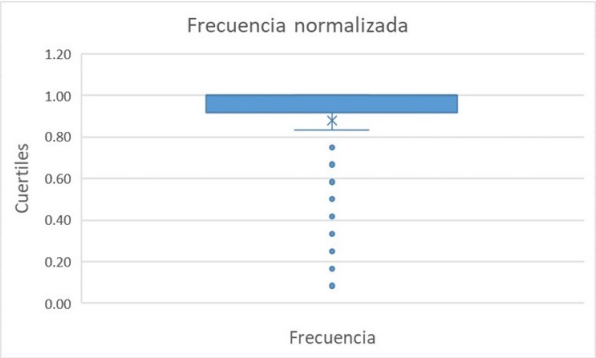
  En este paso, después de contar con los valores de los criterios normalizados se calcularon los cuartiles para cada criterio. Obteniéndose los gráficos que se muestran a continuación, en la figura 5.7 de la página 100 :



(a) CLV



(b) Acceso al conocimiento del mercado



(c) Frecuencia

Figura 5.7: Cuartiles de criterios normalizados. Fuente: Elaboración propia

A partir de los valores obtenidos del análisis de los cuartiles de cada criterio y tomando en cuenta las preferencias del DM, se establecieron los límites para

llevar a una escala de valores entre 1 y 4 al CLV y el Acceso al conocimiento del mercado, donde el valor mayor es mejor para ambos. Se llevó a una escala entre entre 0 y 4 al de la Frecuencia, donde 4 es mejor, y el Riesgo a una escala entre 1 y 5, donde 5 representa el valor deseado de riesgo. Las tablas con los límites de los valores de la frecuencia se muestran en la tabla 5.1 de la página 101.

Tabla 5.1: Análisis para establecer las escala de la frecuencia. Fuente: Elaboración propia

Cuartil	Valor	Interpretación	Devuelve	Escala Final	
Q0	0.42	Muy baja	0	0	Muy baja
Q0.5	0.58	Baja	0.5	0.5	Baja
Q1	0.92	Aceptable	1	1	Aceptable
Q2	1	Buena	4	4	Buena
Q3	1	Buena	4		
Q4	1	Buena	4		

Para el indicador de frecuencia se subdividió el primer cuartil en tres valores más pequeños, para poder diferenciarlos mejor, y los cuartiles 2,3 y 4 se unieron en uno, que sería el valor más deseado de frecuencia, asumida como buena. Finalmente la escala queda como aparecen en las dos ultimas columnas en la tabla 5.1 de la página 101.

El análisis para la escala del acceso al conocimiento del mercado se muestra en la tabla 5.2 de la página 102, en la dos últimas columnas queda establecida la escala empleada, a partir de los valores de los cuartiles obtenidos y de las preferencias del DM.

De igual modo se realizó el análisis para la escala del CLV, tomando en cuenta las preferencias del DM y los valores obtenidos en los cuartiles, este se muestra en la tabla 5.3 de la página 102.

Tabla 5.2: Análisis para la escala del acceso al conocimiento del mercado. Fuente: Elaboración propia.

Cuartiles	**Valor**	**Escala final**	
Q1	0.005486	1	Muy bajo
Q2	0.021211	2	Bajo
Q3	0.076434	3	Aceptable
Q4	1	4	Bueno

Tabla 5.3: Análisis para la escala del CLV. Fuente: Elaboración propia.

Cuartiles	Valor	Escala Final	
Q1	0.000739	1	Muy bajo
Q2	0.003628	2	Bajo
Q3	0.020657	3	Aceptable
Q4	1	4	Bueno

Para el indicador del riesgo, se estableció igualmente una escala pero a partir de los resultados obtenidos de aplicar las reglas en software Dexi, explicado anteriormente, la escala queda como se muestra en la tabla 5.4 de la página 103.

Tabla 5.4: Escala final del indicador riesgo. Fuente: Elaboración propia

Escala final	
5	Bueno
4	Aceptable
3	Regular
2	Malo
1	Muy malo

- Fase 2: Paso 2.6: Establecer los pesos a los criterios

  Para la obtención de los pesos de cada criterio se empleó el método AHP, debido a las bondades del mismo, explicadas en el capitulo dos. Este se implementó en el *software Super Decisions*.

  Las capturas de pantallas del árbol jerárquico así como el balance entre la importancia de los criterios en la parte superior derecha, para lograr un nivel de inconsistencia menor al 0.10, según establece la teoría del método AHP, se muestran en la figura 5.8 de la página 103 y en la figura 5.9 de la página 104, respectivamente.

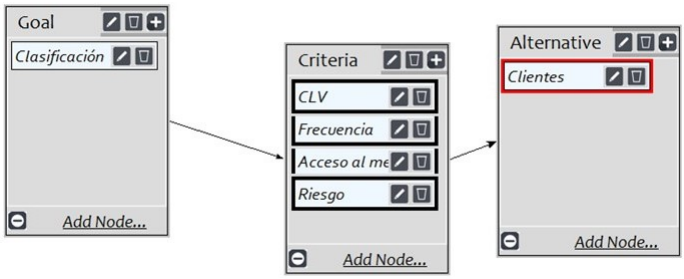


Figura 5.8: Árbol jerárquico del AHP. Fuente: Elaboración propia

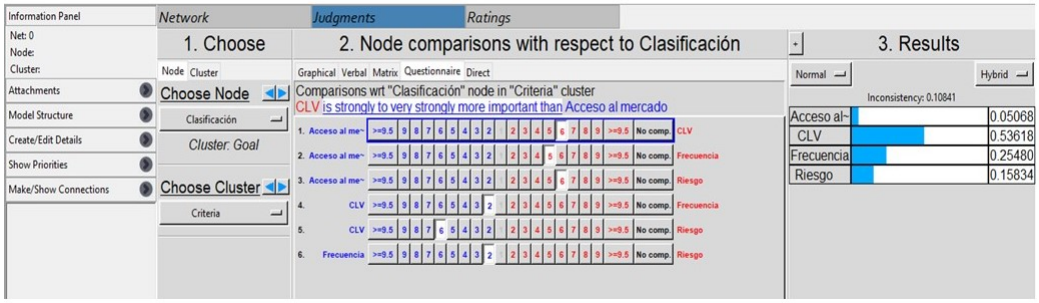


Figura 5.9: Pesos obtenidos en el AHP. Fuente: Elaboración propia

Con todos los elementos que conforman el modelo bien establecidos como: Las alternativas que son el total de 244 clientes mayoristas, los criterios y los datos normalizados, con sus escalas establecidas, se procede a elegir el método de MCDM para resolver el problema.

- Fase 3: Paso 3.1: Selección del método de MCDM para resolver el problema planteado.

  Se Selecciona el método ELECTRE Tri, debido a la característica de este método, de permitir establecer de ante mano categorías a las que le son asignadas las alternativas, esto en correspondencia con el objetivo de clasificar los clientes desde la perspectiva de las relaciones con ellos.

- Fase 3: Paso 3.2: Definir categorías a emplear.

  En este paso, como resultado del análisis bibliográfico y de acuerdo a las preferencias del DM, se confirma lo planteado en el capitulo 3, de emplear cuatro categorías de clientes, las propuestas por [115].

  Las categorías poseen un nivel de importancia para la empresa descendente, comenzando por los clientes Platinum (A), para los cuales se define de acuerdo a las preferencias del DM el mejor valor de CLV, de frecuencia, riesgo y acceso al conocimiento del mercado. Luego los clientes Oro (B), que le siguen en importancia, después Plata (C) y finalmente Bronce (D). Los límites específicos para estas categorías resultan del análisis de los datos realizado en los pasos

siguientes.

Al tener cuatro categorías definidas (cuatro tipos de clases de clientes) se deben establecer tres limites entre estas categorías.

Cada categoría es limitada por dos perfiles, donde cada perfil (determinado por un o más especialistas) establece límites diferentes entre las categorías. Así, el perfil 1 es el límite superior (LS) de la categoría 1 y a la vez es el límite inferior (LI) de la categoría 2, siendo la 2 mejor que la 1. De este modo procede a establecer los límites de cada categoría para cada criterio de conjunto con el DM.

A continuación se muestra la tabla 5.5 de la página 105 con los valores establecidos según las preferencias del DM para cada límite de las categorías por criterios. Para la categoría Platinum, constituye el límite inferior en cada criterio, y así sucesivamente hasta llegar a la de Plata, los que queden por debajo del límite inferior de Plata serán de la categoría de Bronce, esta explicación se aprecia mejor en la figura 5.10 de la página 106.

Tabla 5.5: Límites por categorías. Fuente: Elaboración propia

Categorias	**CLV**	**Frecuencia**	**ACCM**	**Riesgo**
Platinum	4	3.8	3	3.4
Oro	3.4	3.2	2.3	2.8
Plata	2.7	2.5	1.5	2.2
Bronce				

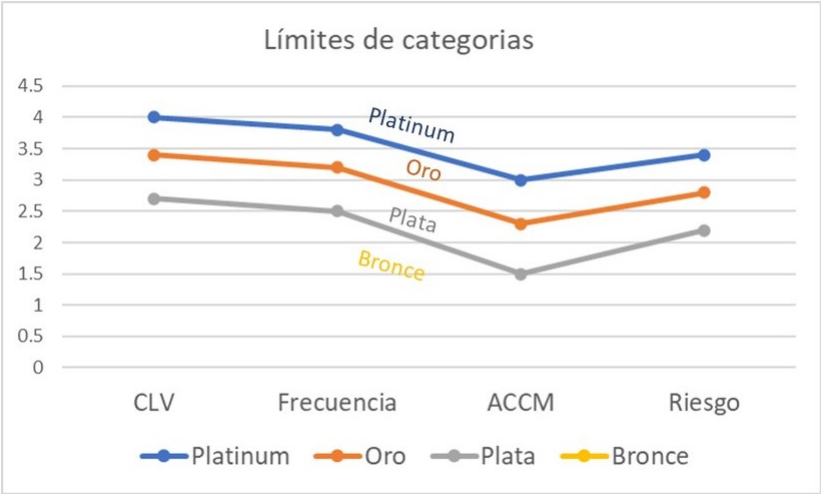


Figura 5.10: Límites de categorías establecidos por el DM. Fuente: Elaboración propia

Para determinar los umbrales de preferencia débil, fuerte y el valor de veto, igualmente se tuvo en cuenta el criterio del DM, después de explicarle en lo que consistía cada valor. Estos valores se muestra en la tabla 5.6 de la página 106.

Tabla 5.6: Umbrales de preferencia para aplicar el ELECTRE Tri. Fuente: Elaboración propia

	CLV	**Frecuencia**	**ACCM**	**Riesgo**
Q (Preferencia débil)	1	1	1	1
P (Preferencia fuerte)	2	2	2	2
V (Veto)	5	5	5	5

- Fase 3: Paso 3.3: Completar el modelo del problema y la aplicar el método al modelo desarrollado.

  En este punto, se cuenta con el modelo completo así como el método de MCDM a aplicar. Con los criterios, sus escalas, las categorías y sus limites superiores

e inferiores, las alternativas, y elegido el método ELECTRE Tri. Le son presentados al DM de manera resumida y se procede a resolverlo.

Una vez que se tiene el modelo diseñado, y el método de MCDM que se va a aplicar, otra interrogante es encontrar el modo de resolverlo empleando el medio más apropiado. En la investigación se decidió resolver el problema implementándolo en el software J ELECTRE versión 2.0.

El valor de la Lambda elegido fue de 0.50, que es el valor estándar recomendado, y también se realizó para un escenario más exigente con valor de 0.75 y 0.90 como escenario extremo.

Después de implementarlo, se obtuvo la clasificación de los clientes para un escenario pesimista y optimista, coincidiendo en ambos casos la clasificación de las alternativas.

Una muestra del ejercicio realizado se aprecia en la figura 5.11 de la página 107.

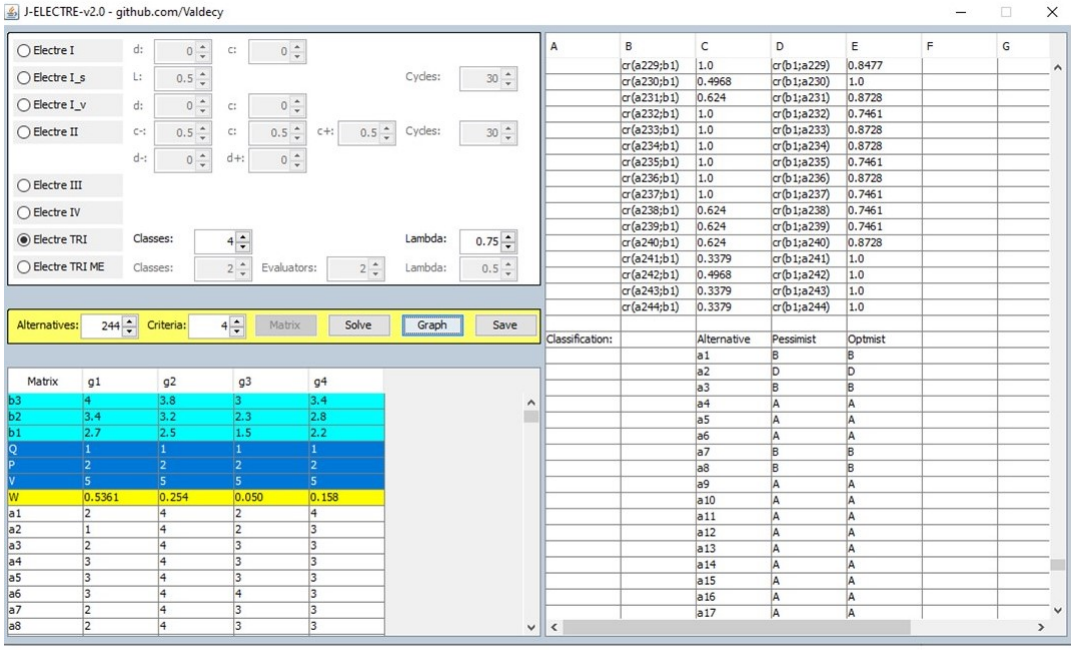


Figura 5.11: Salida del ELECTRE Tri en J ELECTRE. Fuente: Elaboración propia

En este paso se realizó la clasificación de los clientes para una lambda de 0.5,

0.75 y 0.90, con el próposito de barrer el expectrum del valor mínimo permitida al más exigente, los resultados se muestran a continuación en la tabla 5.7 de la página 108.

Tabla 5.7: Clasificación de los clientes para diferentes valores de Lambdas. Fuente: Elaboración propia

Categorias	Lambda 0.5	%	Lambda 0.75	%	Lambda 0.90	%
A (Platinum)	122	50	118	48	118	48
B (Oro)	57	23	44	18	*	0
C (Plata)	17	7	19	8	44	18
D (Bronce)	48	20	63	26	82	34
Total	244		244		244	

De los resultados obtenidos, en general, puede decirse que la variación es poco significativa, por lo que pudiera afirmarse que es bastante robusto ante cambios de lambda, y bueno, 0.90 es extremo, y es de esperar que cambie mucho la distribución para valores extremos. La mayor diferencia se aprecia en los clientes de categorías inferiores, y en el caso de los clientes de oro, que al aumentar la lambda se diluyen entre los de tipo plata y bronce. En cuanto a los clientes platinum, se aprecia que no hay variación entre la opción con la lambda en 0.75 y 0.90, lo cual es importante, pues evidencia que este es un segmento estable. Para el DM, y la empresa es importante contar con la diferenciación en las cuatro categorías, por lo que al consultar con el DM los resultados que se han obtenido, este prefiere los obtenidos con el valor de lambda de 0.75, pues es más riguroso que con lambda en 0.50 y brinda una mejor distribución de clientes repartidos en las cuatro categorías, con mayor porcentaje en los de bronce, lo cual permite trabajar con los valores extremos en este segmento, implementando estrategias de desarrollo con estos clientes. La clasificación de cada cliente para lambda de 0.75 se muestra en la figura 5.12 de la página 109.

Alternativas y su clasificación. A: Platinum, B: Oro, C: Plata, D: Bronce																	
a1	B	a31	A	a61	D	a91	A	a121	A	a151	D	a181	C	a211	A	a241	D
a2	D	a32	B	a62	A	a92	D	a122	A	a152	D	a182	D	a212	A	a242	D
a3	B	a33	D	a63	A	a93	A	a123	D	a153	D	a183	D	a213	A	a243	D
a4	A	a34	B	a64	B	a94	B	a124	D	a154	B	a184	C	a214	A	a244	D
a5	A	a35	A	a65	A	a95	A	a125	D	a155	A	a185	D	a215	A		
a6	A	a36	C	a66	A	a96	A	a126	D	a156	D	a186	B	a216	A		
a7	B	a37	A	a67	A	a97	B	a127	D	a157	C	a187	A	a217	A		
a8	B	a38	A	a68	A	a98	A	a128	D	a158	D	a188	A	a218	A		
a9	A	a39	A	a69	A	a99	A	a129	D	a159	B	a189	A	a219	A		
a10	A	a40	A	a70	A	a100	C	a130	D	a160	D	a190	A	a220	A		
a11	A	a41	A	a71	A	a101	D	a131	A	a161	B	a191	A	a221	A		
a12	A	a42	A	a72	A	a102	D	a132	A	a162	A	a192	A	a222	A		
a13	A	a43	A	a73	A	a103	D	a133	B	a163	B	a193	A	a223	A		
a14	A	a44	A	a74	A	a104	D	a134	A	a164	B	a194	A	a224	A		
a15	A	a45	A	a75	A	a105	D	a135	A	a165	B	a195	A	a225	A		
a16	A	a46	A	a76	A	a106	B	a136	D	a166	A	a196	A	a226	A		
a17	A	a47	A	a77	B	a107	C	a137	A	a167	A	a197	A	a227	A		
a18	B	a48	A	a78	A	a108	C	a138	C	a168	B	a198	A	a228	A		
a19	C	a49	A	a79	B	a109	A	a139	C	a169	A	a199	A	a229	A		
a20	D	a50	B	a80	D	a110	B	a140	B	a170	B	a200	A	a230	D		
a21	D	a51	A	a81	D	a111	B	a141	D	a171	A	a201	A	a231	D		
a22	D	a52	A	a82	A	a112	B	a142	C	a172	C	a202	B	a232	B		
a23	D	a53	A	a83	A	a113	D	a143	A	a173	B	a203	D	a233	A		
a24	B	a54	A	a84	D	a114	C	a144	B	a174	D	a204	D	a234	A		
a25	A	a55	A	a85	B	a115	A	a145	C	a175	D	a205	D	a235	A		
a26	D	a56	A	a86	B	a116	C	a146	D	a176	D	a206	A	a236	B		
a27	D	a57	A	a87	D	a117	C	a147	B	a177	B	a207	A	a237	B		
a28	D	a58	A	a88	B	a118	B	a148	D	a178	D	a208	A	a238	D		
a29	D	a59	C	a89	D	a119	A	a149	B	a179	D	a209	C	a239	D		
a30	B	a60	C	a90	A	a120	D	a150	B	a180	D	a210	A	a240	D		

Figura 5.12: Clasificación de los clientes mayoristas. Fuente: Elaboración propia

- Paso 3.4: Evaluar la calidad del Modelo

  Este paso se realizó de conjunto con el DM, en la medida que se obtenían los resultados y estuvo de acuerdo con los mismos.

  Además para el ejercicio académico de la investigación, se realizó la clasificación de los clientes usando el método *K means* [67], implementado en Phyton, en la versión 3.7, pues es este el método más usado por autores en la realización del agrupamiento de clientes como se mostró en el capitulo 3, con el propósito de comparar los resultados obtenidos en la metodología propuesta.

Como resultado del mismo se obtuvo como parte de este método el gráfico del *Elbow Method* o método del codo el cual se muestra en la figura 5.13 de la página 110.

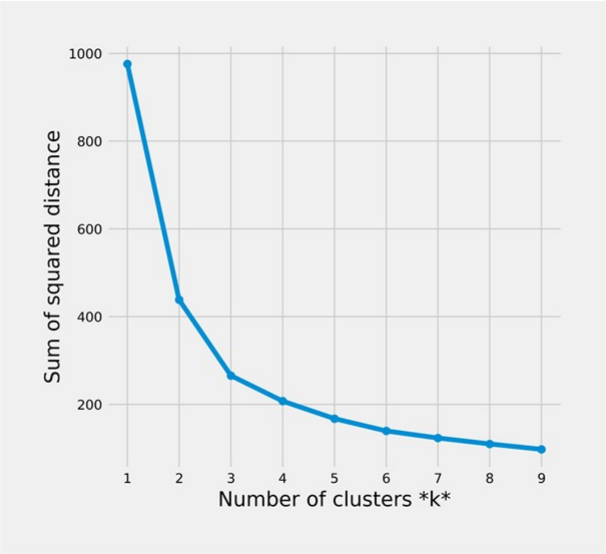


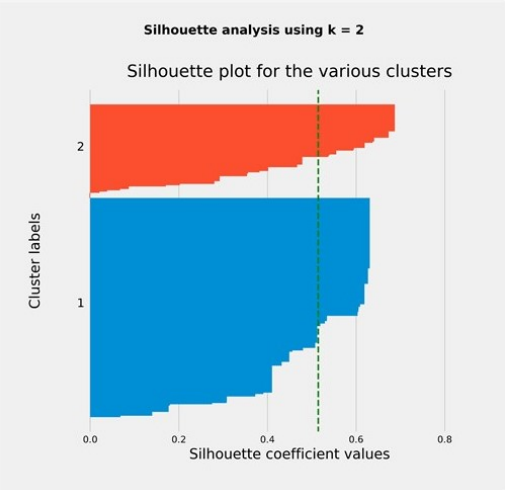
Figura 5.13: Número de grupos según el método del codo. Fuente: Elaboración propia

Para interpretar este gráfico, que representa una gráfica lineal de la inercia respecto del número de *Clusters* una vez obtenidos los valores de la inercia al aplicar el método *K means* de 1 a N *Clusters*, se aprecia un cambio brusco en la evolución de la inercia, teniendo la línea representada una forma similar a la de un brazo y su codo. El rango en el que se observa ese cambio brusco en la inercia nos dirá el número óptimo de *Clusters* a seleccionar para cada grupo de datos; dicho de otra manera, el rango que representa al codo del brazo indica el número óptimo de grupos para ese conjunto de datos. En este se aprecia que es entre tres o cuatro.

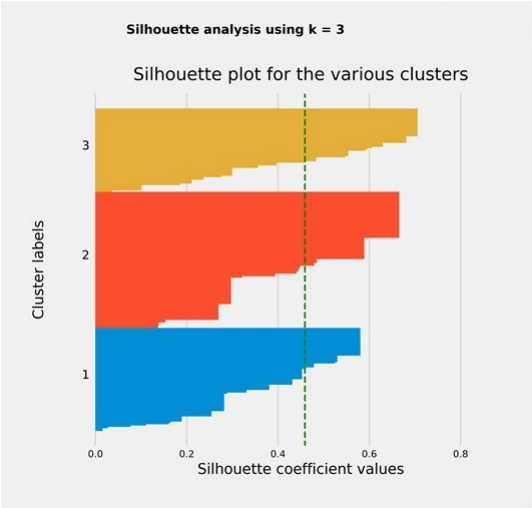
Se aplicó además la técnica de *Silouette* para evaluar la calidad de los agrupamientos, para 2, 3 y 4 grupos, se obtuvo como resultado que el mejor valor de la métrica *Silouette*, es para formar cuatro grupos, lo cual se corresponde con la decisión tomada en la propuesta. Es válido aclarar que esta técnica se refiere a un método de interpretación y validación de la coherencia dentro de grupos de datos. La técnica proporciona una representación gráfica resumida de lo bien que se ha clasificado cada objeto. Un valor alto indica que el objeto está bien emparejado con su propio cúmulo y mal emparejado con los cúmulos vecinos. Si la mayoría de los objetos tienen un valor alto, entonces la configuración del cúmulo es apropiada [105]. En la tabla 5.8 de la página 111 se muestran los valores, se observa que el mejor valor del *Silouette* es para 4 grupos, los gráficos de los mimos se aprecian en la figura 5.14 de la página 112.

Tabla 5.8: Valor del *Silouette* para cada grupo. Fuente: Elaboración propia

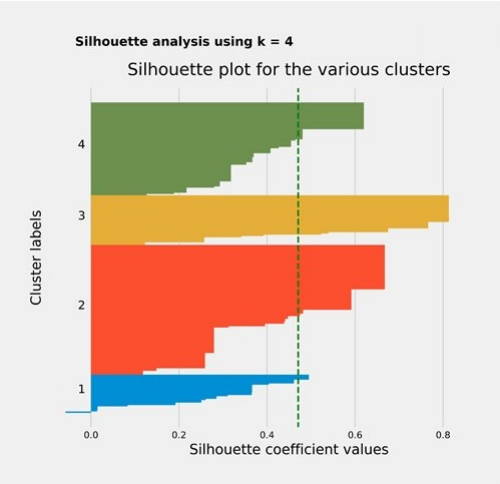
Grupos	*Silouette*
2	0.5144
3	0.4587
4	0.4706



(a) Dos Grupos



(b) Tres Grupos



(c) Cuatro Grupos

Figura 5.14: Representación del *Silouette* para diferentes tamaños de grupos. Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados de aplicar el *k means* para el agrupamiento con el método ELECTRE Tri, como se observa en la tabla 5.15 de la página 114. En el grupo A según el Electre Tri, que es el grupo 1 según el *K means*, coinciden el 86 % de los valores del Electre Tri con los del K means, y además en la clasificación del Electre Tri se incluyen un conjunto más de alternativas como se aprecian en la tabla, que son clasificados es por el k-means en el grupo 3, que

se corresponde con una categoría inferior. La razón de esto se debe al modo de realizar el agrupamiento de este método, que no toma en cuenta los pesos de los criterios, por ejemplo la alternativa número 58, posee valor elevado en todos los criterios, lo cual es deseado para el DM, excepto en el criterio de acceso al conocimiento del mercado, que posee valor 1, pero es el criterio de menor peso para el DM, en relación con el resto de los criterios que tienen una excelente evaluación en este ejemplo, por eso el ELECTRE lo ubica en el nivel mejor, y el *k mean*, en uno inferior, pues no tiene en cuenta el peso de los criterios, sino que realiza el agrupamiento basado en la estructura interna de los datos, en este caso el agrupamiento se realiza minimizando la suma de distancias entre cada objeto y el centroide de su grupo. Se usó la distancia euclidiana en este caso [67]. Para el caso del grupo B clasificado según el Electre Tri, sucede que todos los que se clasifican como B, están incluidos en el grupo tres según el *k mean*, el cual en este grupo tiene un mayor número incluido, están los que estaban en el A, mas otros que se clasifican como D, la razón es similar, este incluye según la característica de los datos, sin tener en cuenta el peso e importancia para el DM. Y así sucede para el grupo C también. En el caso de la clasificación del D, los 37 del *k mean*, están incluidos, pero además se incluyen alternativas que fueron ubicadas por el *k mean* en el grupo 3 y 2, que son de mejor rango, esto es por la misma razón, pero en este caso el análisis va a los extremos, por ejemplo la alternativa dos es clasificada por el *k mean* como del grupo 3, el segundo mejor, sin embargo al observar el valor del CLV, de esta alternativa es el mínimo posible, y este es el criterio más importante para el DM, por eso es que queda ubicado en el grupo D según el ELECTRE Tri, y así sucede con el resto de las alternativas de este caso.

Grupo	ELECTRE TRI	Grupo	Kmeans	Coinciden con el Kmeans	Diferentes	Alternativas que no coinciden
A	118	1	102	86%	14%	**Grupo 3:** (35, 53, 58, 62, 63, 65, 67, 91, 93, 95, 96, 162, 208, 233, 234, 235)
B	44	3	73	100%	40%	**Grupo A:** (35, 53, 58, 62, 63, 65, 67, 91, 93, 95, 96, 162, 208, 233, 234, 235) **Grupo D:** (2, 89, 105, 120, 146, 148, 158, 160, 183, 231, 238, 239, 240)
C	19	2	32	100%	40%	**Grupo D:** (28, 29, 81, 127, 128, 136, 151, 153, 174, 175, 178, 182, 230)
D	63	0	37	59%	41%	**Grupo 3:** (2,89,105, 120, 148, 158, 160, 183, 231, 238, 239, 240) **Grupo 2:**(28, 29, 81, 127, 128, 136, 151, 153, 174, 175, 178, 182, 230)

Figura 5.15: Comparación de resultados con el método *k mean*. Fuente: Elaboración propia

- Paso 3.5: Generación de la recomendación

  Luego de comprobar la calidad del modelo se procede a realizar la recomendación, los segmentos propuestos son los obtenidos en la Figura 5.12 de la página 109.

- Fase 4: Paso 4.1 y 4.2: Esta fase de implementación se deja orientada cómo es que debe realizarse en la metodología propuesta, en función de las estrategias que propone [115]. Ante la llegada de un nuevo cliente, este se puede evaluar en función de los intereses del tomador de decisiones e intereses del DM, aplicando el mismo modelo, pero el tratamiento debe ser diferenciado al ser de nuevo ingreso.

5.3 Conclusiones parciales

1. La aplicación de la metodología propuesta a la empresa caso de estudio permitió realizar la modelación del problema de clasificación de clientes de negocios, teniendo en cuenta el enfoque estratégico deseado por el tomador de decisiones y resolverlo aplicando una combinación de métodos MCDM, siendo el método ELECTRE Tri el método seleccionado para guiar este proceso, y el AHP como suplemento en la determinación de los pesos de los criterios.

2. En la comparación de los resultados obtenidos con el método de agrupación *K-means* se aprecia similitud en más del 86 % de los resultados como promedio, y las no coincidencias se deben a la debilidad que posee este método, propia de su naturaleza de algoritmo no supervisado, siendo el ELECTRE Tri mejor opción para dar respuesta a este tipo de problemas.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

6.1 Conclusiones

Como conclusiones principales de la presente investigación se tienen las siguientes:

1 . En este trabajo se ha formulado el problema de clasificación de clientes de negocios desde la perspectiva de CRM para una cadena de suministro. Se ha propuesto una metodología basada en el proceso de decisión propuesto por Simon (1960), la clasificación de clientes propuesta por Thakur (2016), y la metodología general para ciencia de datos de IBM. Esta metodología recoge los resultados más importantes revisados en el estado del arte e integra con otros métodos.

2 . La inclusión de MCDM permite integrar las preferencias del decisor, lo cual acerca la recomendación a sus expectativas dado que la clasificación de clientes es un problema complejo donde los factores subjetivos también tienen un papel preponderante, permitiendo contar con un modelo que incluye diferentes criterios, cualitativos y cuantitativos, basados en la importancia de la relación entre el cliente y la empresa.

3 Se obtuvo la clasificación de clientes de negocios a partir de la combinación de métodos de MCDM, destacando el ELECTRE TRi como un método que permite a priori establecer las categorías deseadas por el DM y como mejor propuesta para dar solución al problema de clasificación de clientes de negocios para una empresa en la cadena de suministro.

6.2 Trabajo futuro

Para trabajo futuro se recomienda incluir en la aplicación de la metodología criterios para clasificar la relación desde la perspectiva del cliente, con escalas de tipo cualitativas, que se puedan integrar en un mismo modelo, mezclado con los criterios ya evaluados en la presente investigación.

Se puede probar variar las categorías, implementando una categoría que recoja los clientes que están en la fase de acercamiento ala empresa, para trazar estrategias especiales de captación.

Esta investigación sienta las bases para realizar la clasificación multicriterios de los clientes de negocios, como futuro trabajo siguiendo este enfoque también se propone desarrollar investigaciones que permitan optimizar la cartera de clientes sobre los segmentos ya establecidos.

Bibliografía

[1] AHP - DOE WIKI.

[2] DYNAMIC MANAGEMENT OF A CUSTOMER LIFE - CYCLE VALUE. 1, 2019.

[3] B Aldo Joel Villa-Silva, Luis. Perez-Domínguez, Erwin Martínez Iván Juan Carlos Pérez Olguin Gomez, and Sara Nohemí Almeraz Durán. Una revisión de literatura de 1980 a 2018 de los métodos Multi-criterio, 2019.

[4] A. Álvarez-Socarrás, A. Báez-Olvera, and F. López-Irarragorri. Two-phase decision support methodology for design and planning an outcome-driven supply chain. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(4):704–715, aug 2014.

[5] Jill Avery, Susan Fournier, and John Wittenbraker. Unlock the mysteries of your customer relationships. 2014.

[6] Mohammad Azadnia, Amir Hossein; Ghadimi, Pezhman; Molani-Aghdam. A Hybrid Model of Data Mining and MCDM Methods for Estimating Customer Lifetime Value. *41st International Conference on Computers and Industrial Engineering 2011*, 2011.

[7] Tomás Bayón, Jens Gutsche, and Hans Bauer. Customer equity marketing: Touching the intangible. *European Management Journal*, 20(3):213–222, 2002.

[8] Jéronimo Aznar Bellver and Francisco Guijarro Martínez. *Nuevos métodos de valoración. Modelo Multicriterio.* Universidad Politécnica de Valencia, 2012.

[9] Dale Beneton. Ey and kinaxis form alliance to embrace digitisation of supply chain industry. Supply Chain Digital, Enero 2019.

[10] Michael J. A. Berry and Gordon S. Linoff. Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship ... - Michael J. A. Berry, Gordon S. Linoff - Google Books, 2004.

[11] Sid Browne. Risk-constrained dynamic active portfolio management. *Management Science*, 46(9):1188–1199, 2000.

[12] Francis Buttle and Stan Maklan. *Customer relationship management : concepts and technologies*. Routledge, Taylor and Francis Group, 2019.

[13] Gülçin Büyüközkan and Gizem Çifçi. A novel hybrid mcdm approach based on fuzzy dematel, fuzzy anp and fuzzy topsis to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3):3000–3011, 2012.

[14] Gülçin Büyüközkan, Merve Güler, and Esin Mukul. Evaluation of supply chain analytics maturity level with a hesitant fuzzy MCDM technique. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*, volume 1029, pages 1076–1084. Springer Verlag, jul 2020.

[15] Gülçin Büyüközkan, Sezin Güleryüz, and Birsen Karpak. A new combined if-dematel and if-anp approach for crm partner evaluation. *International Journal of Production Economics*, 191:194–206, 2017.

[16] Mg Leticia Cecilia Cagnina. *Optimización Mono y Multiobjetivo a través de una Heurıstica de Inteligencia Colectiva*. PhD thesis, PhD thesis, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina, 2010.

[17] JP Cerda. Resumen. Technical report, 2019.

[18] Ricardo Chalmeta. Methodology for customer relationship management. *Journal of systems and software*, 79(7):1015–1024, 2006.

[19] Mahesh Chand, Tilak Raj, Ravi Shankar, and Aashish Agarwal. Select the best supply chain by risk analysis for Indian industries environment using MCDM approaches. *Benchmarking*, 24(5):1400–1413, 2017.

[20] Woojung Chang, Jeong Eun Park, and Seoil Chaiy. How does crm technology transform into organizational performance? a mediating role of marketing capability. *Journal of Business Research*, 63(8):849–855, 2010.

[21] Chen-Tung Chen, Ching-Torng Lin, and Sue-Fn Huang. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International journal of production economics*, 102(2):289–301, 2006.

[22] Daqing Chen, Sai Laing Sain, and Kun Guo. Data mining for the online retail industry: A case study of RFM model-based customer segmentation using data mining. *Journal of Database Marketing and Customer Strategy Management*, 19(3):197–208, sep 2012.

[23] Fu-Hsiang Chen, Tsung-Shin Hsu, and Gwo-Hshiung Tzeng. A balanced scorecard approach to establish a performance evaluation and relationship model for hot spring hotels based on a hybrid mcdm model combining dematel and anp. *International Journal of Hospitality Management*, 30(4):908–932, 2011.

[24] Injazz J. Chen and Karen Popovich. Understanding customer relationship management (CRM): People, process and technology. *Business Process Management Journal*, 9(5):672–688, oct 2003.

[25] Ching-Hsue Cheng and You-Shyang Chen. Classifying the segmentation of customer value via RFM model and RS theory. *Technology*, 123.

[26] P Chithambaranathan, Nachiappan Subramanian, Angappa Gunasekaran, and PL K Palaniappan. Service supply chain environmental performance evaluation using grey based hybrid mcdm approach. *International Journal of Production Economics*, 166:163–176, 2015.

[27] Julio B. Clempner and Alexander S. Poznyak. Sparse mean–variance customer Markowitz portfolio optimization for Markov chains: a Tikhonov's regularization penalty approach. *Optimization and Engineering*, 19(2):383–417, jun 2018.

[28] Federica Costa, Ariovaldo Denis Granja, Andrea Fregola, Flavio Picchi, and Alberto Portioli Staudacher. Understanding relative importance of barriers to improving the customer–supplier relationship within construction supply chains using dematel technique. *Journal of Management in Engineering*, 35(3):04019002, 2019.

[29] Keely L Croxton, Sebastian J Garcia-Dastugue, Douglas M Lambert, and Dale S Rogers. The supply chain management processes. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2):13–36, 2001.

[30] Amanda C.Simões da Silva, Mischel Carmen N. Belderrain, and Francisco Carlos M. Pantoja. Prioritization of r&d projects in the aerospace sector: AHP method with ratings. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 2(3):339–348, sep 2010.

[31] William David, Morán Herrera, and Helder Gomes Costa. Una Forma De Clasificación Multicriterio -Abc. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção n*, 4:55–66, 2005.

[32] Colectivo de Autores. Explicacion_Teorica_Metodo_Electra_I_1_ - - UCA - StuDocu.

[33] Colectivo de autores. Multi-Criteria Methods and Techniques Applied to Supply Chain Management - Google Libros, 2018.

[34] Colectivo de Autores. Multi-Criteria Methods and Techniques Applied to Supply Chain Management - Google Libros, 2018.

[35] Colectivo de Autores. Executive summary, cios advance their strategic role. CIO, • 2019.

[36] María de los Ángeles Báez Olvera. *Apoyo a la decisión para el diseñoo y la planeación integrados de una cadena de suministro.* PhD thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2015.

[37] A Dursun, M Caber Tourism management Perspectives, and Undefined 2016. Using data mining techniques for profiling profitable hotel customers: An application of RFM analysis. *Elsevier*, 2016.

[38] edwin agung Pratomo, Mukhamad Najib, and Heti Mulyati. Customer segmentation analysis based on the customer lifetime value method. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 17(3):408–415, sep 2019.

[39] Saeid Emamgholizadeh, Ahmad Jafarzadeh Afshari, and Maryam Shabani Bahmand. Developing customer relationship management (CRM) processes using standard frameworks and MCDM techniques. *JIEMS Journal of Industrial Engineering and Management Studies*, 5(1):66–84, 2018.

[40] Živko Erceg and Fatima Mularifović. Integrated MCDM model for processes optimization in the supply chain management in the wood company. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(1), apr 2019.

[41] ALEXANDER CORREA ESPINAL and RODRIGO ANDRÉS GÓMEZ MONTOYA. Tegnologías de la información en la cadena de suministro. *Dyna*, 76(157):37–48, 2009.

[42] José Rui Figueira, Salvatore Greco, Bernard Roy, and Roman Słowiński. An Overview of ELECTRE Methods and their Recent Extensions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 20(1-2):61–85, jan 2013.

[43] José Rui Figueira, Vincent Mousseau, and Bernard Roy. ELECTRE methods. *International Series in Operations Research and Management Science*, 233:155–185, 2016.

[44] Edgar Flaminio and Puentes Cepeda. *Evaluación de los modelos de estimación del valor económico del cliente como herramienta de segmentación: aplicación a una compañía de la industria de telecomunicaciones*. PhD thesis, Universidad Nacional de Colombia, 2016.

[45] MI GÓMEZ, JA ACEVEDO, et al. La logística moderna en la empresa, vol. 1, la habana, logicuba, 2007. 2007.

[46] Hülya Güçdemir and Hasan Selim. Integrating multi-criteria decision making and clustering for business customer segmentation. *Industrial Management and Data Systems*, 115(6):1022–1040, 2015.

[47] Hülya Güçdemir and Hasan Selim. Integrating multi-criteria decision making and clustering for business customer segmentation. *Industrial Management & Data Systems*, 115(6):1022–1040, 2015.

[48] Sunil Gupta, Dominique Hanssens, Bruce Hardie, Wiliam Kahn, V. Kumar, Nathaniel Lin, Nalini Ravishanker, and S. Sriram. Modeling Customer Lifetime Value. *Journal of Service Research*, 9(2):139–155, nov 2006.

[49] Sunil Gupta and Donald R. Lehmann. Customer Lifetime Value as the Basis of Customer Segmentation. *Journal of Relationship Marketing*, 5(2/3):55–69, 2008.

[50] Sunil Gupta and Valarie Zeithaml. Customer metrics and their impact on financial performance. *Marketing Science*, 25(6):718–739, nov 2006.

[51] Christian Homburg, Viviana V. Steiner, and Dirk Totzek. Managing dynamics in a customer portfolio. *Journal of Marketing*, 73(5):70–89, 2009.

[52] Hyunseok Hwang, Taesoo Jung, and Euiho Suh. An LTV model and customer segmentation based on customer value: a case study on the wireless telecommunication industry. *Elsevier*, 2004.

[53] Adam Idzikowski, Piotr Kuryło, Joanna Cyganiuk, and Marta Ryczko. Customer relationship management (crm)-philosophy and its significance for the enterprise. *System Safety: Human-Technical Facility-Environment*, 1(1):1004–1011, 2019.

[54] Paul J. Irvine, Shawn Saeyeul Park, and Celim Yildizhan. Customer-base concentration, profitability, and the relationship life cycle. In *Accounting Review*, volume 91, pages 883–906. American Accounting Association, may 2016.

[55] Michael D. Johnson and Fred Selnes. Customer Portfolio Management: Toward a Dynamic Theory of Exchange Relationships. *Journal of Marketing*, 68(2):1–17, apr 2004.

[56] Michael D Johnson and Fred Selnes. Diversifying Your Customer Portfolio. Technical report, 2005.

[57] José Santos Loaiza Torres. Del ciclo de vida del producto al ciclo de vida del cliente: Una aproximación hacia una construcción teórica del ciclo de vida del cliente, 2018.

[58] Ahaiwe Josiah, Oluigbo Ikenna, Akhigbe Jennifer, Ibeji Chinaedum, Roland Justina, and Akpabio Nnamonso. The relevance of analytical crm and knowledge management in an organisation: A data mining structure. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 4(2):208–215, 2015.

[59] Don Jyh-Fu Jeng and Thomas Bailey. Assessing customer retention strategies in mobile telecommunications: Hybrid mcdm approach. *Management Decision*, 50(9):1570–1595, 2012.

[60] İnanç KABASAKAL. Customer Segmentation Based On Recency Frequency Monetary Model: A Case Study in E-Retailing. *International Journal of InformaticsTechnologies*, Vol. 13 Is(1):47–56, 2020.

[61] Deepali Kamthania, Ashish Pahwa, and Srijit S. Madhavan. Market segmentation analysis and visualization using K-mode clustering algorithm for

E-commerce business. *Journal of Computing and Information Technology*, 26(1):57–68, 2018.

[62] V Kellen. Customer relationship management measurement frameworks: The purpose for crm measurement. *Blue Wolf White Paper*, 1(4):2–31, 2002.

[63] Thomas L. Keon and Chester I. Barnard. The Functions of the Executive. *The Academy of Management Review*, 11(2):456, 1986.

[64] Abbas Keramati and Fatemeh Shapouri. Multidimensional appraisal of customer relationship management: integrating balanced scorecard and multi criteria decision making approaches. *Information Systems and e-Business Management*, 14(2):217–251, 2016.

[65] M Khajvand and MJ Tarokh Science. Estimating customer future value of different customer segments based on adapted RFM model in retail banking context. *Procedia Computer*, 3:1327–1332, 2011.

[66] M Khajvand, K Zolfaghar, S Ashoori Procedia Computer . . . , and Undefined 2011. Estimating customer lifetime value based on RFM analysis of customer purchase behavior: Case study. *Elsevier*, 3:57–63 Procedia, 2011.

[67] Trupti M Kodinariya and Prashant R Makwana. Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 1(6), 2013.

[68] Philip Kotler, Marian Dingena, Waldemar Pfoertsch, Philip Kotler, Marian Dingena, and Waldemar Pfoertsch. Guiding Customer Business Transformation. In *Transformational Sales*, pages 71–99. Springer International Publishing, 2016.

[69] Edouard Kujawski. 4.7.3 Multi-Criteria Decision Analysis: Limitations, Pitfalls, and Practical Difficulties. *INCOSE International Symposium*, 13(1):1169–1176, 2003.

[70] L Carlos Romero. *Análisis de las DECISIONES MULTICRITERIO*. 1996.

[71] Antonella La Rocca, Andrea Perna, Andrea Sabatini, and Enrico Baraldi. The emergence of the customer relationship portfolio of a new venture: a networking process. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 34(5):1066–1078, jun 2019.

[72] Douglas M Lambert. *Supply chain management: processes, partnerships, performance*. Supply Chain Management Inst, 2008.

[73] Douglas M Lambert. Customer relationship management as a business process. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2010.

[74] Douglas M Lambert and Matias G Enz. Issues in supply chain management: Progress and potential. *Industrial Marketing Management*, 62:1–16, 2017.

[75] Chin-Nung Liao and Hsing-Pei Kao. An integrated fuzzy topsis and mcgp approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38(9):10803–10811, 2011.

[76] Francisco Rodrigues Lima-Junior and Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti. Quantitative models for supply chain performance evaluation: a literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 113:333–346, 2017.

[77] Hannan Amoozad Mahdiraji, Edmundas Kazimieras Zavadskas, Aliakbar Kazeminia, and Ali Asghar Abbasi Kamardi. Marketing strategies evaluation based on big data analysis: a CLUSTERING-MCDM approach. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 32(1):2882–2898, 2019.

[78] B. K. Mangaraj Manidatta Ray. AHP Based Data Mining for Customer Segmentation Based on Customer Lifetime Value — SCIA. *International Journal of Data Mining Techniques and Applications*, Volume 5(Issue 1):28–34, 2016.

[79] H Markowitz. Portfolio selection: Efficient diversification of investments. 1959.

[80] Mika Marttunen, Judit Lienert, and Valerie Belton. Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations, nov 2017.

[81] Antonio D Masegosa and David A Pelta. Problemas de optimización dinámicos: enfoques y perspectivas. *Investigación Operacional*, 38(2):111–121, 2018.

[82] Belén Muñoz Medina and Manuel Romana García. Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. *Pensamiento Matemático*, 6(2):27–45, 2016.

[83] John T Mentzer, William DeWitt, James S Keebler, Soonhong Min, Nancy W Nix, Carlo D Smith, and Zach G Zacharia. Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2):1–25, 2001.

[84] J R Miglautsch. Thoughts on RFM scoring. *Journal of Database Marketing & Customer Strategy Management*, 8(1):67–72, aug 2000.

[85] Siti Monalisa, Putri Nadya, and Rice Novita. Analysis for Customer Lifetime Value Categorization with RFM Model. *Procedia Computer Science*, 161:834–840, jan 2019.

[86] Vincent Mousseau, Roman Slowinski, and Piotr Zielniewicz. ELECTRE TRI 2.0 a Methodological Guide and user's Manual. *Document du LAMSADE*, 111:263–275, 1999.

[87] Ashraf Norouzi and Amir Albadvi. A hybrid model for customer portfolio analysis in retailing. *Management Research Review*, 39(6):630–654, jun 2016.

[88] JR Pallar. Métodos de decisión multicriterio electre y topsis aplicados a la elección de un dispositivo móvil. *Universidad de Sevilla*, 2015.

[89] Serhat Peker, Altan Kocyigit, and P. Erhan Eren. LRFMP model for customer segmentation in the grocery retail industry: a case study. *Marketing Intelligence and Planning*, 35(4):544–559, 2017.

[90] Johan Alexander Aranda Pinilla and Javier Arturo Orjuela Castro. Optimización multiobjetivo en la gestión de cadenas de suministro de biocombustibles. una revisión de la literatura. *Ingeniería*, 20(1):1, 2015.

[91] Víctor Yepes Piqueras. Clasificación de los métodos de toma de decisión multicriterio multiatributo – El blog de Víctor Yepes, 2018.

[92] Ivan Plaščak and Sanela Ravlic. APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND MULTI- CRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA) IN THE NATURAL RESOURCES MANAGEMENT. *Interdisciplinary Management Research XIV*, 2018.

[93] Pradnya Paramita Pramono, Isti Surjandari, and Enrico Laoh. Estimating customer segmentation based on customer lifetime value using two-stage clustering method. In *16th International Conference on Service Systems and Service Management, ICSSSM 2019*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., jul 2019.

[94] Girish Punj and David W. Stewart. Cluster Analysis in Marketing Research: Review and Suggestions for Application. *Journal of Marketing Research*, 20(2):134–148, may 1983.

[95] Girish Punj and David W Stewart. Cluster analysis in marketing research: Review and suggestions for application. *Journal of marketing research*, 20(2):134–148, 1983.

[96] Ariel Racet-Valdés, Lauren Espinosa-González, Jenny Suárez-Quintana, Yojana-Sánchez Pérez, Daniel Alfonso-Robaina, and Evert Martínez-Pérez. Modelo matemático para medir el nivel de servicio al cliente basado en la lógica difusa compensatoria Mathematical model to evaluate the customer service based on compensatory fuzzy logic. *Ingeniería Industrial/ISSN 1815-5936*, XXXVIII/No:193–200, 2017.

[97] Witold Pedrycz Rafael A. Espin Andrade, Eduardo Fernandez, Erick Gonzalez. (PDF) Una teoría lógica interpretable: el caso de la lógica difusa compensatoria, 2016.

[98] Daniel Alfonso Robaina del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverr Rafael Espín Andrade. (PDF) Aplicación de la lógica difusa compensatoria en el sector empresarial, 2012.

[99] Rajagopal and Romulo Sanchez. Analysis of customer portfolio and relationship management models: Bridging managerial dimensions. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 20(6):307–316, 2005.

[100] Werner Reinartz, Manfred Krafft, and Wayne D. Hoyer. The Customer Relationship Management Process: Its Measurement and Impact on Performance. *Journal of Marketing Research*, 41(3):293–305, aug 2004.

[101] Darell Rigby. Management tools. *An Executive's Guide. Bain & Company*, 2001.

[102] John B. Rollins. 2 Metodología Fundamental para la Ciencia de Datos, 2015.

[103] Carlos Romero. *Análisis de las decisiones multicriterio*, volume 14. Isdefe Madrid, 1996.

[104] David Frederick Ross. *Introduction to supply chain management technologies*. Crc Press, 2016.

[105] Peter J Rousseeuw. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. Technical report, 1987.

[106] B Roy. Multicriteria methodology for decision aiding, kluwer academic publishers. *Dordrech, Netherlands*, 1996.

[107] Sixto Ríos. Algunos progresos y problemas en la ciencia de la decisión. *Revista Matemática Complutense*, 11(1):113–141, 1998.

[108] Thomas L. Saaty. The analytic network process. *Proceedings of the 14th International Symposium on Operational Research, SOR 2017*, 2017-Septe(August):180–186, 1996.

[109] Stefan Sackmann, Markus Ruch, and Dennis Kundisch. Customer portfolio management in e commerce: an analytical model for optimization. *Management Research Review*, 33(6):617–634, may 2010.

[110] Fariba Safari, Narges Safari, and Gholam Ali Montazer. Customer lifetime value determination based on RFM model. *Marketing Intelligence and Planning*, 34(4):446–461, 2016.

[111] Viktoriya Stancheva. Customer Portfolio Management: Conceptual Framework and Empirical Evidence. *Izvestia Journal of the Union of Scientists - Varna. Economic Sciences Series*, (1):63–71, 2017.

[112] Mohd Sufiyan, Abid Haleem, Shahbaz Khan, and Mohd Imran Khan. Evaluating food supply chain performance using hybrid fuzzy MCDM technique. *Sustainable Production and Consumption*, 20:40–57, oct 2019.

[113] Harri Terho. A measure for companies' customer portfolio management. *Journal of Business-to-Business Marketing*, 16(4):374–411, dec 2009.

[114] Harri Terho and Aino Halinen. Customer portfolio analysis practices in different exchange contexts. *Journal of Business Research*, 60(7):720–730, jul 2007.

[115] Ramendra Thakur and Letty Workman. Customer portfolio management (CPM) for improved customer relationship management (CRM): Are your customers platinum, gold, silver, or bronze? *Journal of Business Research*, 69(10):4095–4102, oct 2016.

[116] M Cengız Toklu. Determination of customer loyalty levels by using fuzzy mcdm approaches. *Acta Physica Polonica A*, 132(3):650–654, 2017.

[117] Leslier Valenzuela. *La Gestión del valor de la cartera de clientes y su efecto en el Valor Global de la empresa: Diseño de un modelo explicativo como una herramienta para la toma de decisiones estratégicas de marketing.* 2007.

[118] Margarita Varela-ruiz, Laura Díaz-bravo, and Rocío García-durán. Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en Educación Médica*, 1(2):90–95, 2012.

[119] Mark Velasquez and Patrick T. Hester. A comparative analysis of multi-criteria decision-making methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2):56–66, 2013.

[120] Mark Velasquez and Patrick T Hester. An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2):56–66, 2013.

[121] Yonggui Wang, Hing Po Lo, Renyong Chi, and Yongheng Yang. An integrated framework for customer value and customer-relationship-management performance: a customer-based perspective from china. *Managing Service Quality: An International Journal*, 14(2/3):169–182, 2004.

[122] Hsiu Mei Wang Chen, Shuo Yan Chou, Quoc Dat Luu, and Tiffany Hui Kuang Yu. A Fuzzy MCDM Approach for Green Supplier Selection from the Economic and Environmental Aspects. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016, 2016.

[123] Jo Ting Wei, Shih Yen Lin, Chih Chien Weng, and Hsin Hung Wu. A case study of applying LRFM model in market segmentation of a children's dental clinic. *Expert Systems with Applications*, 39(5):5529–5533, 2012.

[124] Servio Tulio Guillén Burguete y Juan Pablo Antún Callaba. La teoría de decisiones multicriterio en la coordinación de ingeniería de sistemas, 2017. Consultado:12 mayo de 2019.

[125] Morteza Yazdani, Prasenjit Chatterjee, Edmundas Kazimieras Zavadskas, and Sarfaraz Hashemkhani Zolfani. Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142:3728–3740, jan 2017.

[126] Morteza Yazdani, Sarfaraz Hashemkhani Zolfani, and Edmundas Kazimieras Zavadskas. New integration of MCDM methods and QFD in the selection of green suppliers. *Journal of Business Economics and Management*, 17(6):1097–1113, nov 2016.

[127] Ahad Zare Ravasan and Taha Mansouri. A Fuzzy ANP Based Weighted RFM Model for Customer Segmentation in Auto Insurance Sector Business analytics and business value View project IT Service Outsourcing Decision making View project. *Article in International Journal of Information Systems in the Service Sector*, 2018.

[128] Constantin Zopounidis and Panos M Pardalos. *Handbook of multicriteria analysis*, volume 103. Springer Science & Business Media, 2010.

Resumen autobiográfico

Dayli Machado de Armas

Candidato para obtener el grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
con orientación en sistemas

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:
Metodología de apoyo a la decisión multicriterio para la clasificación de clientes de negocios desde el enfoque de CRM

Nacida el 3 de Diciembre de 1984, en La Habana, Cuba. Hija de Basilisa de Armas, graduada de Ingeniería Industrial, en la Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría. en la misma realizó además la Maestría en Gestión de Recursos Humanos. Como profesional se ha desempeñado en el área de Recursos Humanos y Gestión Comercial y Marketing, en la empresa Cubana Brascuba Cigarrillos S.A.